مبادىء
الفسيولوجيا الرياضيه

الدكتوره سميعه خليل محمد امين
استاذة الطب الرياضي والتأهيل
فرع العلوم النظريه
جامعه بغداد / كليه التربيه الرياضيه

١٤٢٨ هجريه - ٢٠٠٨ ميلاديه

حقوق نسخ وتحميل النسخة الالكترونية للكتاب محفوظة
للأكاديمية الرياضية العراقية
www.iraqacad.org

(وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ)

(صدق الله العظيم)

اية ٧٦سورة يوسف

الاهداء

الى شعب العراق الصامد من اجل وطن موحد لايفرقه دين او قومية او مذهب , يجمعه حب هذا البلد العريق , ويعمر قلبه الايمان بالله وارادته القويه , عسى الله ان يزيد من عزيمتنا ويمدنا بالصبر وتحمل الابتلاء , ويجمع الشمل على تربة بلدنا الطاهره بلد الانبياء والاولياء والحضارات . . . . اهدي جهدي المتواضع هذا . . .

أ.د سميعه خليل

المقدمه

تعد الفسيولوجيا الرياضيه من العلوم المهمه لكونها تدرس التغييرات الوظيفيه التي تحدث في الجسم جراء ممارسة انواع مختلفه من الانشطه والفعاليات الرياضيه .

الفسيولوجيه الرياضيه تعرف الرياضي بقابلية الجسم الوظيفيه والتي تحدد امكانية ممارسة نوع النشاط الرياضي الملائم , لكي يستطيع ان يطورقابليته ومستوى انجازه وفق الاسس والمباديء الفسيولوجيه وبشكل علمي مدروس من اجل الحد من المخاطر التي ترافق التدريبات التي لاتستند الى القواعد الفسيولوجيه الصحيه والتي لاتناسب نوع النشاط الممارس .ولقد حاولنا في كتابنا هذا ان نبسط مادة الفسيولوجيا الرياضيه حيث شمل الكتاب عشرة فصول استعرضنا خلالها اهم المفاهيم الفسيولوجيه مع وصف مبسط للخليه والتراكيب المكونه لها, كذلك تطرقنا الى تركيب الاجهزه الجسميه الحيويه واهم التغييرات التي تحصل فيها جراء النشاط الرياضي , وقد استعرضنا في بداية كل فصل مكونات الاجهزه ووظائفها الاساسيه ومن ثم التغييرات التي تحدث بتأثيرممارسة الانشطه الرياضيه المختلفة والاحمال التدريبيه, وقد تطرقنا ايضا الى تغذية الرياضيين قبل واثناء وبعد الجهد الرياضي والطاقه اللازمه للنشاط الرياضي وانظمتها .كذلك اشرنا الى اهم الخصائص الفسيولوجيه للجسم عند اداء التمارين في مراحل التدريب المختلفه , وتطرقنا ايضا الى التكيفات التي تحدث جراء التدريب والتغييرات البيئيه وانعكاساتها على الاداء الرياضي . كما ذكرنا اهم الخصائص والفروقات التكوينيه والفسيولوجيه التي تميز جسم المرأه عن الرجل والتغييرات الوظيفيه في مختلف مراحل النضج

الجنسي ,.كذلك الخصائص الفسيولوجيه وكيفية توفير الطاقه للنشاط العضلي عند الاطفال , وفي الفصل الاخير تطرقنا الى الهرمونات والانزيمات وعلاقتها بالنشاط الرياضي .

عسى ان يوفقنا الله في مجهودنا المتواضع هذا خدمة لابناء الوطن العربي الكبير.

أ.د سميعه خليل

الفصل الأول

مفاهيم فسيولوجيه اساسيه ومفهوم الخليه

المبحث الاول

مفاهيم فسيولوجية أساسية

علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) physiology

الفسيولوجية الرياضية (فسيولوجية الحركة) movement physiology

فسيولوجيا الجهد exercise physiology

المبحث الثانى

مفهوم الخليه (تركيبها ووظائفها)

الخليه cell

اشكال وحجوم الخلايا

تركيب الخليه ومحتوياتها

جدار الخلية cell wall

غشاء الخليه cell memberane

الاهداب microvilli او الاسواط flagella

النواة Nucleus

السايتوبلازم cytoplasm

المحتويات الحيه في السايتوبلازم :

- الشبكه البلازميه Endoplasmic reticulum
- الرايبوسومات
- المايتوكوندريا (بيوت الطاقه) (mitochondria
- جهاز كولجى golgi apparatus
- الجسم المركزى (centriole)
- الليفات (fibrullous)
- الجسم الحال الايسوسوم (lysosomes)
- البلاستيدات plastids

المحتويات غير الحيه فى السيتوبلازم :

- الحبيبات النشويه glycogen

- ***الحبيبات الصبغيه (Melanin)***
- ***القطيرات الزيتيه***
- ***البلورا***
- ***الفجوات الخلويه vacuoles***

المبحث الاول
مفاهيم فسيولوجيه اساسيه

علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) physiology

هو العلم الذى يهتم بدراسة وظائف الجسم الحيوية وكيفية عمل الأعضاء والأجهزة الجسمية المختلفة , وهو جزء من العلوم الطبية العامة (general medicine sciences) .

الفسيولوجيا الرياضية (فسيولوجيا الحركة) movement physiology

هو العلم الذى يستهدف استكشاف التأثيرات المباشرة والبعيدة المدى التى تسببها الحركة البدنية (التمرينات البدنية) في وظائف العضلات والأعضاء و الأجهزة الجسمية المختلفة وعلاقة هذه النشاطات بالصحة واللياقه البدنيه .

يعد هذا العلم ميدان فرعى من الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) حيث يهتم بدراسة التغيرات التى تحدث للفرد الرياضى نتيجة ممارسة النشاطات الرياضية المختلفة, و ذلك لأن جسم الرياضى يتعرض الى العديد من التغيرات الوظيفية جراء الجهد البدنى .

فسيولوجيا الجهد exercise physiology

تعنى معرفة الحالة التي يصل اليها الرياضى بعد أداء التدريبات الرياضية المقننة وفق برامج علمية مدروسة للوصول الى مرحلة الانجاز , و يتطلب ذلك معرفة الحالة الطبيعية فى وقت الراحة و حالة ما بعد الجهد مع ملاحظة التغيرات الحاصلة ما بين الحالتين , كذلك معرفة ا لحالات غير الطبيعية والمرضية التى قد يصلها الرياضى أثناء أدأء الجهد , ولهذا يجب معرفة القابلية البدنية والوظيفية قبل ممارسة أى نشاط بدنى أو رياضى لتجنب الوصول الى الحالة المرضية (pathology) و استثمار قابلية الرياضى لأداء الحهد دون الوصول

الـى الحالـة المرضـية لغـرض تحقيـق الأداء البـدنى والانجـاز الافضـل (physical performance) .

تعد دراسه وظائف الاعضـاء خـلال اداء الجهد البـدني العامل المهم في رفـع مستوي الانجـاز الرياضـي , اذا مـا استخدم بشكل صـحيح وملائم للقابليه البدنيه والوظيفيه للرياضي .

المبحث الثاني
مفهوم الخليه (تركيبها ووظائفها)

الخليه cell

هي **الوحده البنائية والوظيفية لجسم الكائن الحي** , وتتكون من كتله بروتوبلازمية حية تحتوي على نواه وسايتوبلازم يحاط كل منها بغشاء , والخليه معقدة التركيب وهذا يتيح حدوث مئات التفاعلات الكيميائية في حيز الخليه الضيق , ويتم ذلك لصالح عمل الخليه بشكل لا يؤثر احداها على الاخر وعند انعدام الانسجام والترابط بين فعاليات الخليه تتحطم وتموت .

اشكال وحجوم الخلايا

تختلف وظائف الخلايا وطريقه تجمعها مع بعضها , لذلك تختلف **اشكالها وحجومها وغالبا ما تكون احجام الخلايا صغيره جدا** لا ترى بالعين المجرده الا بالمجهر كالخلايا العصبية والعضلية في جسم الانسان , وقد تكون صغيره الحجم ولكن يمكن رؤيتها بالعين المجردة كما في بيوض الاسماك .

تتخذ الخلايا اشكال متعدده نجمية الشكل كما في الخلايا العصبيه او مغزليه كما في العضلات او كروية كما في بيوض الحيوانات او متغيرة الشكل كما في خلايا كريات الدم البيضاء .

تركيب الخليه ومحتوياتها

رغم تعدد اشكال وحجوم الخلايا واختلاف وظائفها الا انها ذات **اساسيات تركيبيه واحده** , وقد تحتوي الخليه على تركيب او اخر لا يوجد في خليه اخرى , وعموما تتكون الخليه من كتله بروتوبلازمية التي تمثل الاساس الطبيعي للحياة محاطه بغشاء وتحتوي على شبكه من القنوات تتخلل السيتوبلازم ..**والبروتوبلازم** ماده عديمه اللون شفافه اكثر كثافه من الماء ويدخل الماء في تركيبها بنسبه تصل الى (٧٠-٨٠ %) وما تبقي مواد بروتينية وكربوهيدراتية ودهون واملاح , وتتغير سيوله البروتوبلازم بتأثير الحراره والعوامل الاخرى , ويتألف

بروتـوبلازم الخليـه مـن جـزئين رئيسـين همـا السـيتوبلازم(**Sytoplasm**) والنواه .
يحـاط بالسـايتوبلازم غشـاء رقيـق يسـمى الغشـاء البلازمـي وتفصـل هذه الاغشـيه بـين اجـزاء الخليـه المختلفـه وتحـدث بعـض التفـاعلات علـى سـطوح هـذه الاغشـيه حيـث تلتصـق بهـا الانزيمـات المشـتركه فـي التفاعلات .
ان التراكيـب الخلويـة العديـده تقـوم بوظـائف معينـة متخصصـة ومعقـده تدعى **العضيات (organelles)** .
وفيمـا يـأتي وصـف لتركيـب ووظـائف خليـه عامـه تحتـوي علـى جميـع المكونات في الكائنات الحية , شكل (١) و(٢) و (٣):

جدار الخلية cell wall

يحيط الخلية جدار يفصلها عن المحيط الخارجي , ويحافظ على شكلها المورفولوجي وكيانها الوظيفي حيث يبقي ماده البروتوبلازم محافظه على تركيبها , ويكون جدار الخليه صلب ويتكون غالبا من السيليلوز (كمافي الخلايا النباتيه) .

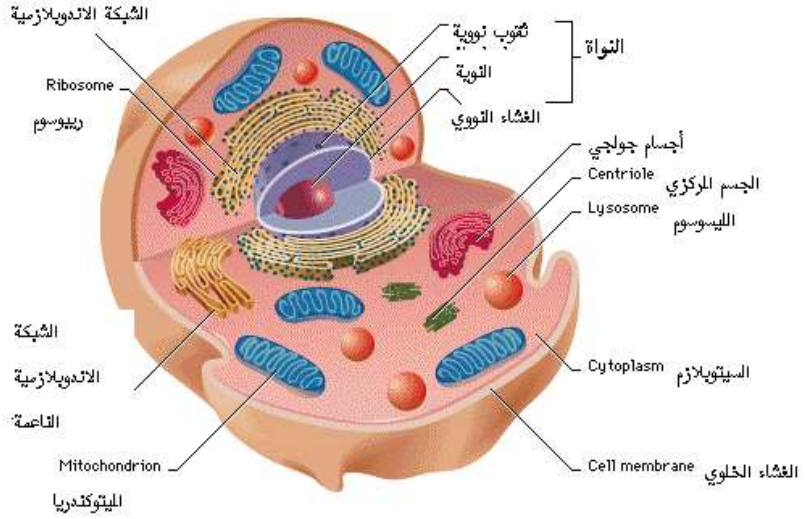
غشاء الخليه cell memberane

هو غشاء رقيق جدا سمكه حوالي(٠,٠٧) مكروميتر يتكون من مواد دهنية فوسفاتية وكميات قليلة من الكولسترول , وكذلك مواد بروتينية بنسبة عالية (٥٠ – ٧٠ %) معظمها انزيمات لها علاقة بعبور المواد خلال الغشاء وبعض السكريات .
للغشاء خواص نفاذية حيث يحوى على ثقوب دقيقة جدا تمر خلالها جزيئات الماء و الأيونات , ويحيط الغشاء البلازمي بمحتوبات الخلية ويقوم بتنظيم عملية مرور المحاليل الكيميائية والماء من والى الخلية ويمثل الغشاء الخلوى الحدود الخارجية للخلية .

الوظائف ألاساسية لغشاء الخليه

- تحديد شكل الخلية وفصل مكوناتها
- التماس مع أسطح الخلايا الأخرى

- تزويد الخلايا بمستقبلات لمواد كيميائية (الهرمونات و الأنزيمات والأجسام المضادة)
- ضبط خروج ودخول المواد من والى الخلية حيث يعد الغشاء الخلوى انتقائى النفاذية - فد تحمل أسطح الغشاء الخلوى نتوءات دقيقة (microvilli) تساعد فى زيادة سطح مساحة النسيج المعنى بعمليات الأمتصاص أو النقل أو اهدابا (cilla) تساعد فى تحريك المواد على اسطح الخلايا كما فى بطانه المجرى التنفسى او اسواطا (flagellum) تساهم فى تحريك الخلايا كما فى الحيوانات المنويه. .



شكل رقم (١) نموذج لخلية بشريه

الاهداب microvilli او الاسواط flagella

هى **امتدادات لغشاء الخليه وهى ليست عامه الوجود فى جميع الخلايا** ولكن بعض الخلايا تحوى عليها , كالخلايا المخاطيه المبطنه للمجاري التنفسيه واقنيه الاذن الداخليه وقنوات الصفراء .

لها تركيب متشابه فهى تحتوي على تسعه الياف مزدوجه من الخارج اضافه الى زوج واحد فى الوسط كما توجد عند قاعده كل هدب او سوط جسم فاتح اللون يدعى بالحبيبه القاعديه (basal grounnule) .

النواة Nucleus

هى **كتله بروتوبلازميه اكثر كثافه من السايتوبلازم وتظهر بشكل جسم كروى او كلوى غير منتظم تقع وسط الخليه او فى حافتها** , وتوجد فى الخليه عاده نواه واحده او اكثر.

تعد النواه مركز السيطره فى صنع المواد المختلفه فى السايتوبلازم بالاضافه الى دورها فى نقل الصفات الوراثيه من جيل الى اخر وهناك توازن بين النواة والسايتوبلازم ولا يمكن لاحدهما الاستغناء عن الاخر.

توجد في النواه كتله كرويه كثيفه حبيبيه تدعى النويه (nucleolus) وخيوط رقيقه كروماتينيه تسبح فى السائل النووى , ويحيط بالنواه غشاء ذو طبقتين .

تتكون النويه من الحامض النووي الرايبوزي (RNA) بصوره رئيسيه , اما الخيوط الكروماتينيه تتكون من الكروموسومات وتتكون من (DNA)وبعض البروتينات القاعديه .

توجد فى السائل النووى مواد ذائبه مثل البروتيتات والاحماض الامينيه ومواد اوليه لصنع الاحماض النوويه اضافه الى الاملاح والانزيمات الضروريه لصناعه الاحماض النوويه (RNA و DNA)

تشترك اكثر البروتينات فى صنع الاحماض النوويه بالاضافه الى الانزيمات المشتركه فى التنفس اللاهوائى للخليه , والنواه خاليه تقريبا من الانزيمات التنفسيه الهوائيه ويحمل الغشاء النووى عده ثقوب التى لها دور فعال فى نقل المواد من الخليه الى السايتوبلازم .

السايتوبلازم cytoplasm

هو الجزء المحصور بين غشاء الخليه والنواه , ويحوي على المحتويات الحيه وغير الحيه فى الخليه:

المحتويات الحيه وتشمل ماياتى:

- الشبكه البلازميه Endoplasmic reticulum

تظهر فى السايتوبلازم بشكل شبكه من الاقنيه الغشائيه المزدوجه تصل الغشاء البلازمى بالنواه ومن الفجوات المتصله مع بعضها , وتختلف اقطارها حسب الحاله الوظيفيه ونوع الخلايا وغالبا ما تكون موازيه لبعضها مكونه شبكه شبه دوائر حول النواه , وتحاط هذه الاقنيه بغشاء له نفس التركيب الاساسى للغشاء البلازمى وهذه الاغشيه تقسم السايتوبلازم الى ماده محصوره داخل الاقنيه والفجوات وماده خارجها تدعى الهيلوبلازم , وتحتوى الاغشيه الاندوبلازميه على انزيمات تقوم ببناء الكلاكوجين وصنع الكوليسترول والمواد الشحميه .

وظائف الشبكه الاندروبلازميه

- توفير سطوح للالتصاق بالانزيمات المشتركه فى فعاليات الخليه
- تشترك فى صنع وتمثيل المواد المختلفه كالدهون
- نقل المواد من اعماق الخليه الى السطح والعكس
- تكون سطوح اغشيتها محلا لالتصاق الرايبوسومات
- تقوم بعض اجزائها بنقل التغييرات الكهربائيه من الغشاء البلازمي الى اعماق الليف العضلى حيث توجد الليفات التى تقوم بعمليه التقلص العضلى .

- الرايبوسومات

هى تراكيب دقيقه توجد فى الغالب على بعض اغشية الشبكه البلازميه الداخليه, وتكون على شكل جسيمات كرويه كثيره العدد تلتصق بالسطح الخارجى للشبكه الاندوبلازميه وتعطى مظهرا خشن لاغشيه هذه

الشبكه وبعضها يوجد فى الهيلوبلازم , تحتوى على مواد بروتينيه ودهنيه وتعد مركزا لبناء المواد البروتينيه داخل الخليه .
الرايبوسومات غنيه بالحامض النووى الرايبوزى RNA حيث تحتوى على (٥٠-٦٠%)من الكميه الكليه لهذه الماده في الخليه في حين تشكل هذه (١٥-٢٠%) من كتله الخليه . والرايبوسومات محبه للقاعديه لاحتوائها الحامض النووى الرايبوزي .
تختلف اعدادها من نوع الى اخر فى الخلايا ودرجه فعاليه الخليه وتكون كثيره فى الخلايا **الافرازيه (secretary)**.

- المايتوكوندريا (بيوت الطاقه) mitochondria

هى اجسام كرويه او بيضويه او خيطيه تتباين كثيرا في القطر والطول , ويعتمد ذلك على الحاله الوظيفيه للخليه ويبلغ طولها(١- ٥) ميكرومتر وسمكها (٥. ٠) ميكرومتر وعددها فى الخليه الواحده يصل الى بضع مئات , وهناك علاقه موجبه بين عدد المايتوكوندريا وفاعليه الخليه لانها تحوى على الانزيمات التنفسيه التى تقوم باكسده المواد الغذائيه لتحرير الطاقه .
توجد مغموره فى السايتوبلازم بشكل تراكيب صغيره تشبه حبات القمح او القظبان وتتجمع احيانا حول النواه او تتجمع بالقرب من الوصلات العصبيه (synapses) فى الخلايا العصبيه وبالقرب من قاعده الخليه المفرزه وذلك لاحتوائها على الانزيمات الضروريه لتحرير الطاقه المهمه فى حدوث الفعاليات الحيويه لنقل الحافز العصبى وصنع وافراز المواد .
يحيط المايتوكوندريا جداريتالف من غشائين يمتد الغشاء الداخلى على شكل صفائح , وتحتوى على مواد الطاقه اللازمه للخليه كالمواد الزلاليه الذائبه والكلاكوجين والمواد الدهنيه و الفوسفور وغيرها .

وتتكون المايتوكوندريا من :

٦٥ –٧٠% بروتينات
٢٥-٣٠% ليبيدات (دهون)
٥% كميات قليله من RNA

ومعظم بروتيناتها هي انزيمات تشترك فى عمليه التنفس الهوائى (earobic respiration) والوظيفه الاساسيه لها امداد الخليه بالطاقه (ATP) المستخرجه من سكريات الخليه .
ان اكثر من ٩٠% من الطاقه التى تستخدمها الخلايا مصدرها التنفس الهوائى وبما ان الانزيمات الضروريه لحدوث هذه العمليه موجوده فى المايتوكوندريا لذا سميت بيوت الطاقه للخليه(power houses of the cells).

- جهاز كولجى golgi apparatus

هو جهاز افرازى يختلف في الشكل والحجم من خليه الى اخرى يقع قرب النواه و يكون بشكل طبقات لاكياس محاطه باغشيه ملساء مرصوفه بعضها فوق الاخر, ويكثر فى الخلايا الافرازيه (الغدد اللعابيه والبنكرياس) وله تركيب قنوى مع وجود اكياس ذات احجام مختلفه واغشيه ملساء لعدم احتوائه على الرابيوسومات .
ان جهاز كولجى مختلف فى التكوين فهو صغير الحجم فى الاليف العضليه وكبير فى الخلايا ذات الفعاليه الافرازيه و يحوى على نسبه عاليه من اللبيدات واللبيدات البروتينيه وعدد قليل من الانزيمات ولكنه يفتقر الى الاحماض النوويه.
تظهر اجسام كولجى على شكل حويصلات مضغوطه فى وسطها وتتصل مع بعضها بوساطه خيوط تسمى الخيوط الشبكيه واهم وظائفها تكوين الانزيمات والهرمونات وتساعد فى افراز وتخليق السكريات خاصه التى تتحد مع بروتينات الخليه .

- الجسم المركزى (centriole)

يوجد فى جميع انواع الخلايا قطره (٠.٢) ميكرومتر ويظهر على شكل جسم كروى صغير قرب النواه , لايرى الا اثناء الانقسام حيث ينقسم الى نصفين يتجه كل منها الى احد قطبى الخليه , وهو عباره عن اسطوانه قصيره لها تركيب مشابه للاهداب من حيث التركيب مدعوم ب (٩) ازواج من الاليف المزدوجه , وللجسم المركزى تاثير فى تحرك الكروموسومات نحو نصفي الخليه اثناء انقسامها ولايوجد فى معظم الخلايا النباتيه .

- الليفات fibrullous

هي تراكيب خيطيه دقيقه جدا توجد فى الخلايا المتخصصه كالخلايا العضليه بشكل خيوط طويله ولها اهميه كبيره فى تقلص وانبساط العضله , وتكون فى الخلايا العصبيه بشكل مبعثر او شبكيه وتقوم بنقل الابعاز العصبى فيها .

- الجسم الحال الايسوسوم lysosomes

جسم كروي الشكل يبلغ قطره (٠.٢٥ –٠.٨) مايكرومتر محاط بغشاء رقيق ومملوء بالحبيبات ويحتوى على الانزيمات التى تساعد على التحلل المائى (hydrolisis) لعدد كبير من المواد , حيث يحتوي على انزيمات تساعد على هضم المواد البروتينيه بالاضافه الى كميات كثيره من الفوسفات الحامضى (acid phosphatase) الذى يساعد فى التحليل المائى للمركبات الفوسفاتيه ذات الطاقه العاليه ATP و ADP . يظهر بشكل اكياس غشائيه تحتوى على انزيمات محلله تقوم بتحليل المواد العضويه لذا يكون وجوده فى خلايا الكبد والامعاء الدقيقه , ولهذه الانزيمات مفعول قوي فى هدم وتحليل المركبات العضويه في السايتوبلازم ولكن جدار اللايسوسومات يحول دون ذلك لان الحاله العكس تحطم الخليه , وان الانجماد المائى يمزق اغشيه هذه الاجسام ويسرب ما تحويه من انزيمات من السايتوبلازم , وقد تتحلل تلقائيا لاسباب غير معروفه فى بعض الخلايا (autolysis) وهذا ذو فائده فى ازاله الخلايا التى تصبح عبئا على الخلايا المجاوره .

- البلاستيدات plastids

هى اجسام برتوبلازميه صغيره توجد فى السايتوبلازم (توجد فى الخلايا النباتيه فقط) وتكون صغيره الحجم في النباتات الراقيه و ومنتظمه الشكل وعلى ثلاث انواع , شكل (٣) :

البلاستيدات الخضراء توجد فى النباتات الحيه المعرضه للضوء فى الاوراق والسيقان وتوجد فيها ماده اليخضور (الكلوروفيل) حيث يقوم النبات بوظيفه التركيب الضوئى بواسطتها واستغلال الطاقه الشمسيه .

البلاستيدات الملونه وهى اجسام صغيره ذات الوان واشكال مختلفه توجد فى جذور النباتات وفى الثمار وقد تتحول البلاستيدات الملونه من لون الى اخر حسب تغير الظروف .
البلاستيدات عديمه اللون توجد فى الاجزاء النباتيه غير الملونه البعيده عن الضوء (البطاطا) تحول هذه البلاستيدات المواد السكريه الذائبه الى حبيبات نشويه غير قابله للذوبان وصالحه للخزن داخل الخلايا .

المحتويات غير الحيه فى السايتوبلازم Cell inclusions

تشمل المواد التي تتكون في السايتوبلازم نتيجه الفعاليات الحيويه للخليه وهي مواد مختلفه وقد تكون بشكل حبيبات او بلورات اومواد غير حيه توجد بشكل اجسام صلبه او شبه صلبه او دهنيه ومن هذه المواد مایاتي :

- الحبيبات النشويه glycogen

هى مواد كربوهيدراتيه مخزونه فى النباتات ,وهناك مواد كربوهيدراتيه اخرى مخزونه فى الخلايا الحيوانيه يطلق عليها النشا الحيوانى (الكلاكوجين) كما تكون مخزونه فى الكبد والخلايا العضليه .

- الحبيبات الصبغيه (Melanin)

هى تراكيب حبيبيه يعزى لها تلون الجلد والشعر والعيون في الفقريات كذلك توجد فى خلايا النباتات .

- القطيرات الزيتيه

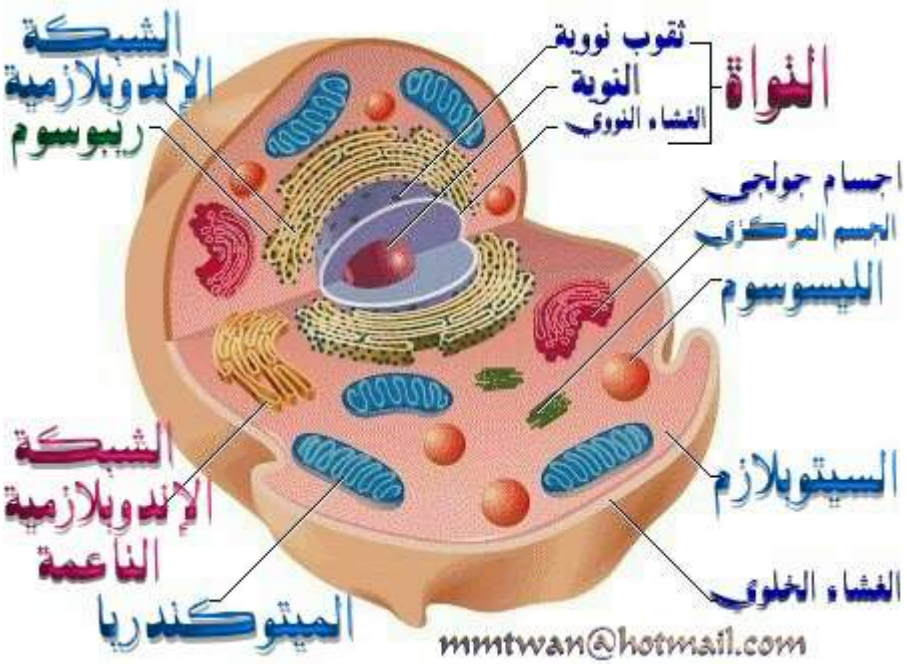
توجد فى الخلايا الدهنيه بشكل زيوت طياره او دهنيه ثابته تستخدم كاحتياطى للطاقه , والزيوت الطياره يعزى اليها الروائح العطره في النباتات كما في الورد والليمون وغيرها كالمواد المخاطيه (Mucus)التى توجد فى الخلايا التى تبطن جهاز الهضم والتنفس وتعمل على حمايه وتليين ممرات هذين الجهازين .

- البلورات

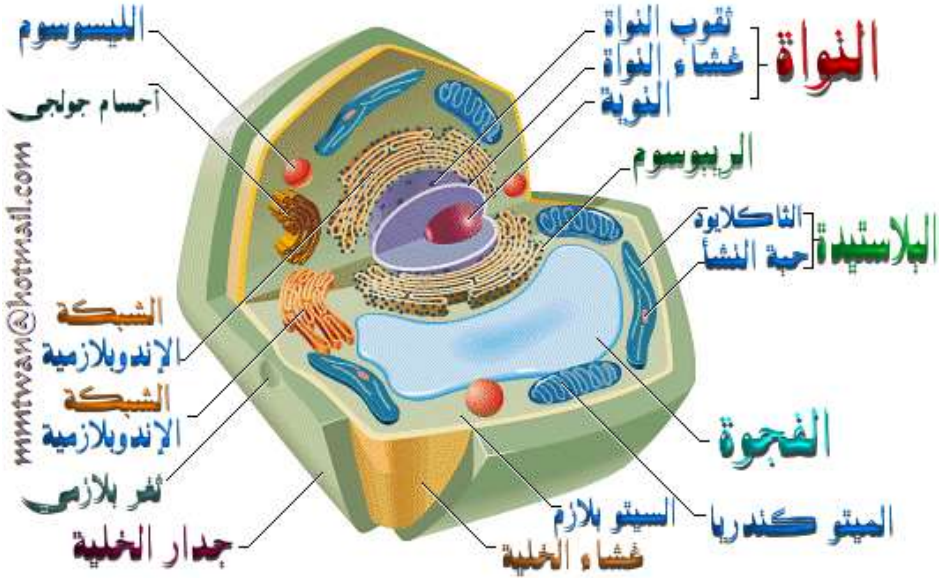
توجد بعض املاح المواد اللاعضويه مترسبه فى سايتوبلازم بعض الخلايا بشكل بلورات وبعضها يتخذ اشكالا هندسيه ثابته كالبلورات القضيبيه والنجميه.

- الفجوات الخلويه vacuoles

هى عباره عن فجوات صغيره تحتوى على العصير الخلوى الذى يتركب من الاملاح المعدنيه والمواد السكريه وبعض الاحماض العضويه ومواد دهنيه وبروتينيه ذائبه ومواد صبغيه , ولهذا فان الفجوات الخلويه يمكن اعتبارها مخازن مؤقته لتجمع النفايات الخلويه .



شكل رقم (٢) نموذج لخليه حيوانيه



شكل رقم (٣) نموذج لخليه نباتيه

الفصل الثانى
فسيولوجيا الجهاز العصبي
المبحث الاول
تركيب الجهاز العصبى واجزائه

الخليه العصبية nervous cell

الخلايا الجيلاتينيه (الدبقيه) Glial Cell

انواع الخلايا الجيلاتينيه

الجهاز العصبي المركزي central n. System

الجهاز العصبي الطرفي المحيطي Peripheral nervous. system

- الأعصاب المخية الدماغيه Cranial nerves:

- الأعصاب الشوكية (spinal nerves)

- ألاعصاب الحسية (الواردة) Peripheral sensory nerves

- ألاعصاب الحركية (الصادرة) Peripheral motor nerves

- الجهازالعصبي الذاتي (التلقائي) Autonomous Nervous System

المبحث الثانى
تآثير التدريب على الجهاز العصبى

فسيولجيا الجهاز العصبى وأسس و قوانين التوافق الحركى

التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة

التمارين الرياضية و وظيفة الجهاز العصبى

أسس و قوانين التوافق الحركى

المعلومات الخارجيه والداخليه

العلاقه المتبادله فى الاداء الحركى

الحواس والرياضه

عمل ونشاط الاجهزه الحسيه

الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه

المهارات الحركيه (الخبرات)

مراحل تكوين المهارات الحركيه

المبحث الاول
تركيب الجهاز العصبي واجزائه

الجهاز العصبي *Nervous System*

يعد الجهاز العصبي من اهم اجهزة الجسم , وهو معقد التركيب ويتحكم في عمل كافة الاجهزه الجسميه .

يتكون الجهاز العصبي من جزئين:

- الجهاز العصبي المركزي central nervous system

- الجهاز العصبي المحيطي Peripheral nervous system

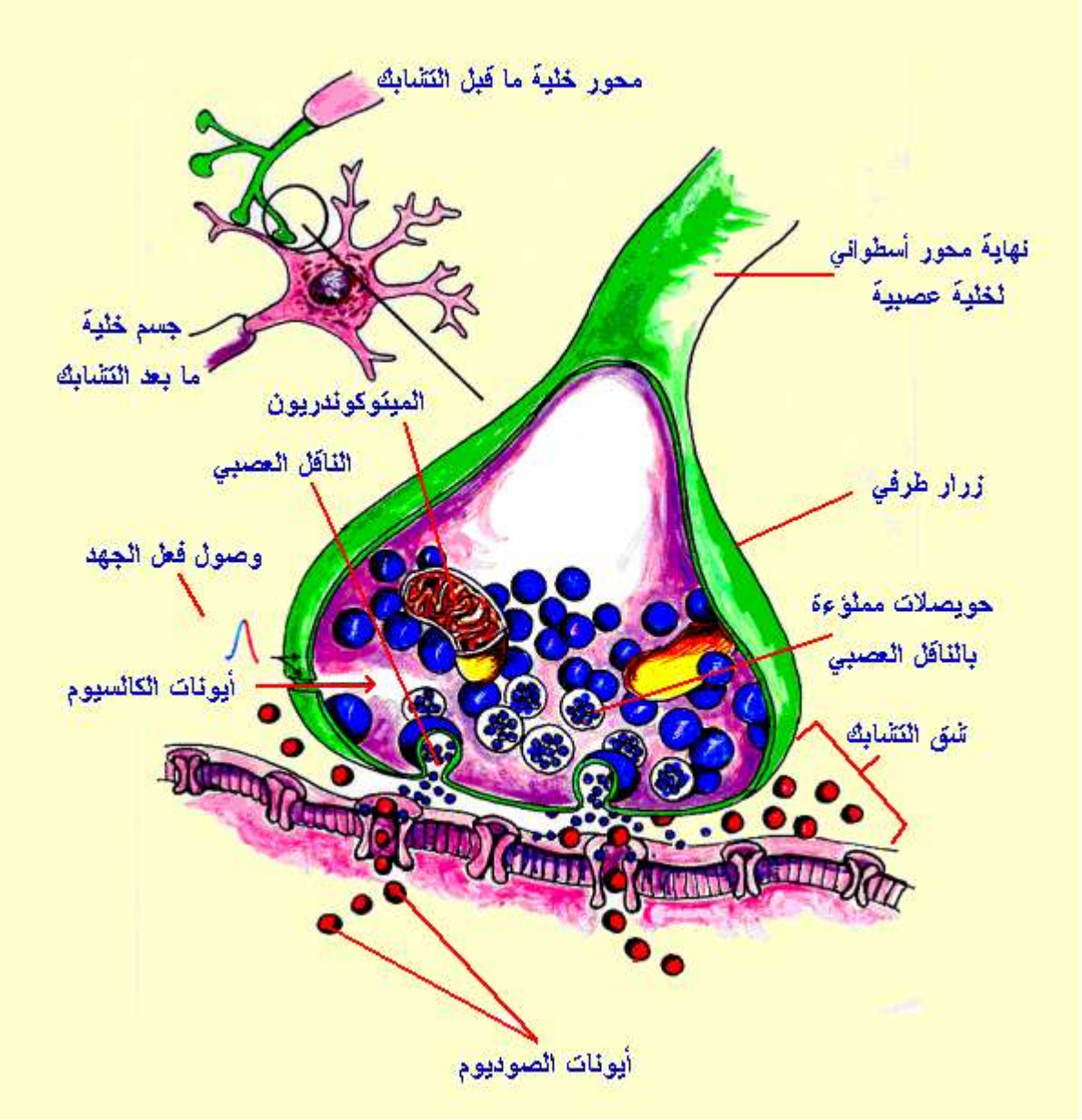
تعد الخليه العصبيه **Neuron** وحدة البناء والوظيفه في الجهاز العصبي والجهاز العصبي في الانسان **يتكون من نوعين من الخلايا العصبونات والخلايا الجيلاتينيه** .

الخلية العصبية nervous cell

يبلغ حجم الخلية العصبية (٥- ١٣٠ جزء من الألف / ملم) وتكون على أشكال مختلفة , وتتكون من جسم الخليه الذي يحوي على نواة وتبرز من سطحه امتداد واحد أو امتدادان أو اكثر ,وهذه الامتدادات تشبه الجذور وتسمى **بالألياف الشبكية** وان واحداً فقط منها طويل وأسطواني الشكل يسمى (**المحور Axon**) وهذه هي الألياف العصبية التي لها علاقه في استقبال اونقل الاشارات الكهربائيه , وان حزمة هذه الجذور هي بالحقيقة الأعصاب التي تتميز بطولها وعادةً تتصل هذه الأعصاب بأعضاء الحس أو ألياف العضلات وبذلك تستطيع أن تنقل الأحاسيس (الحرارة, والألم , الذوق , الضوء , الشم أو تنظيم حركات العضلات) بأوامر تصدر من المخ أثناء النشاط البدني .

يستقبل جسم العصبون الاشارات العصبيه من العصبونات الاخرى عن طريق هذه الامتدادات من جسم عصبون اخر او من محور عصبون اخرعن طريق **مشابك** (**Synapsis**) كما في الشكل (٤) , والمشابك هي مناطق التقاء الامتدادات العصبونيه او محور العصبون مع جسم خلية عصبون اخر لنقل الاشارات العصبيه عن طريق النواقل العصبيه

(المواد الكيمياويه) مثل (الاستيل كولين والادرنالين والنور ادرنالين وغيرها) .



شكل رقم (٤) المشتبك العصبي

المحور Axon

يعد الجزء المركزي (المحور الاسطواني) هو الامتداد الحقيقي للخلية العصبية لأن الدفعات العصبية تمر خلاله **ومحور العصبون هو امتداد يخرج من جسم الخليه ويقوم بنقل الاشارات العصبيه من العصبون , شكل (٥) و(٦) .**

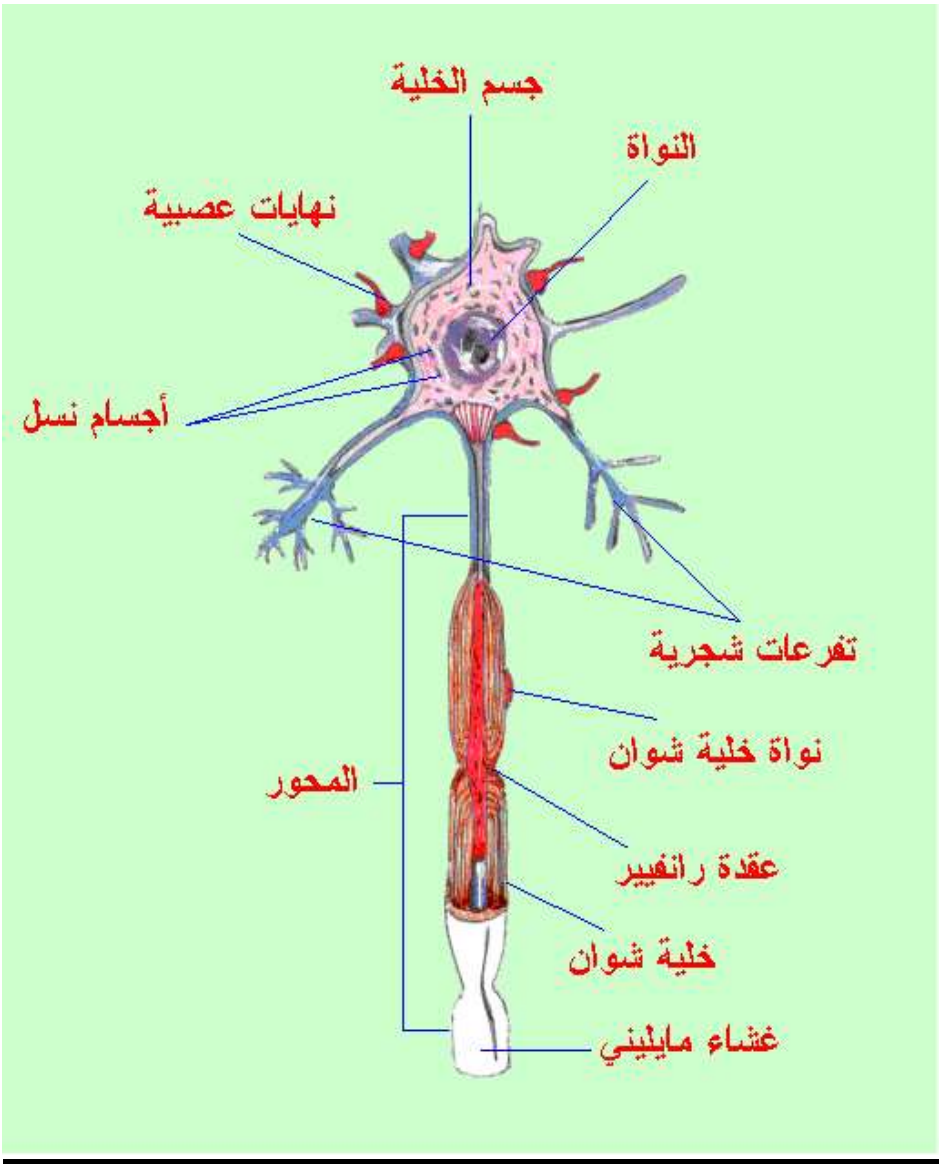
يغلف المحور من الخارج صفائح النخاعين(**Myelin Sheaths**) وهي ماده عازله للمحور وضروريه لنقل الاشارات العصبيه وتنتج هذه الماده من الخلايا الجيلاتينيه قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي اما في الجهاز العصبي المحيطي فتنتج في **خلايا شوان**(**Schwann**).

تتجمع اجسام العصبونات على شكل مجاميع تسمى بالنواة او العقده (**Ganglion**) وتتجمع محاور العصبونات لتكون الاعصاب **التي تنقسم حسب موقعها من العقده الى :**

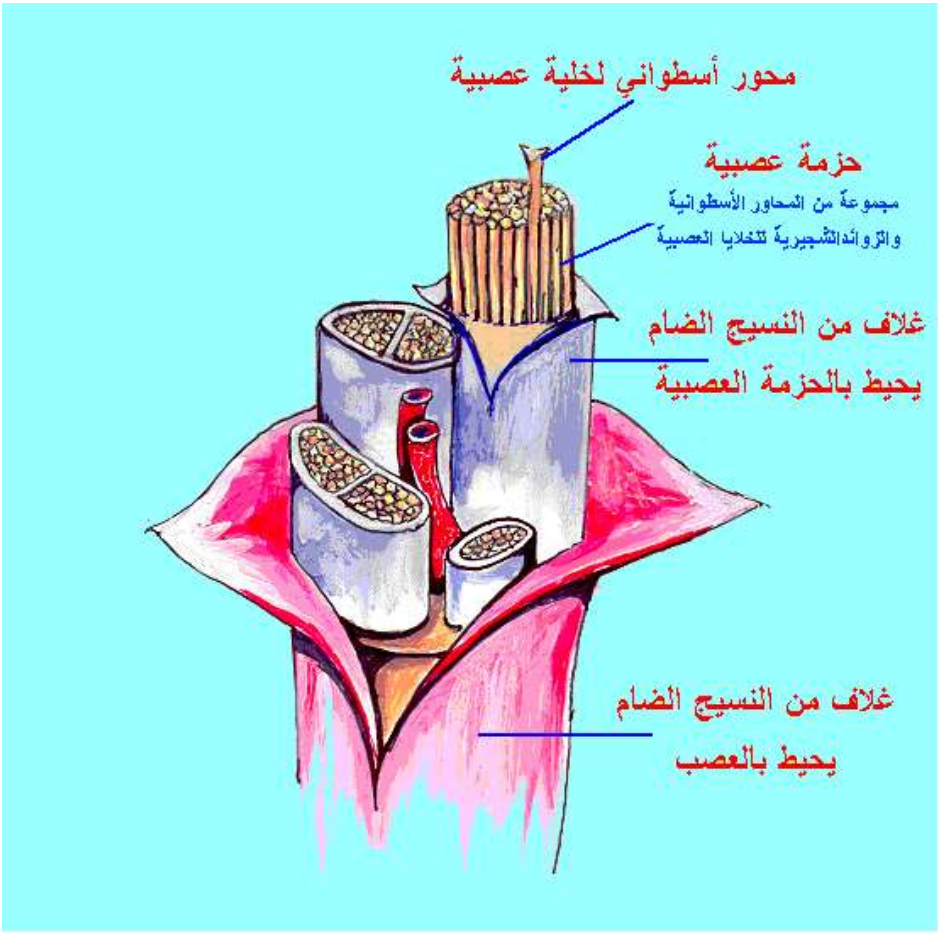
- اعصاب ماقبل العقده

- اعصاب مابعد العقده

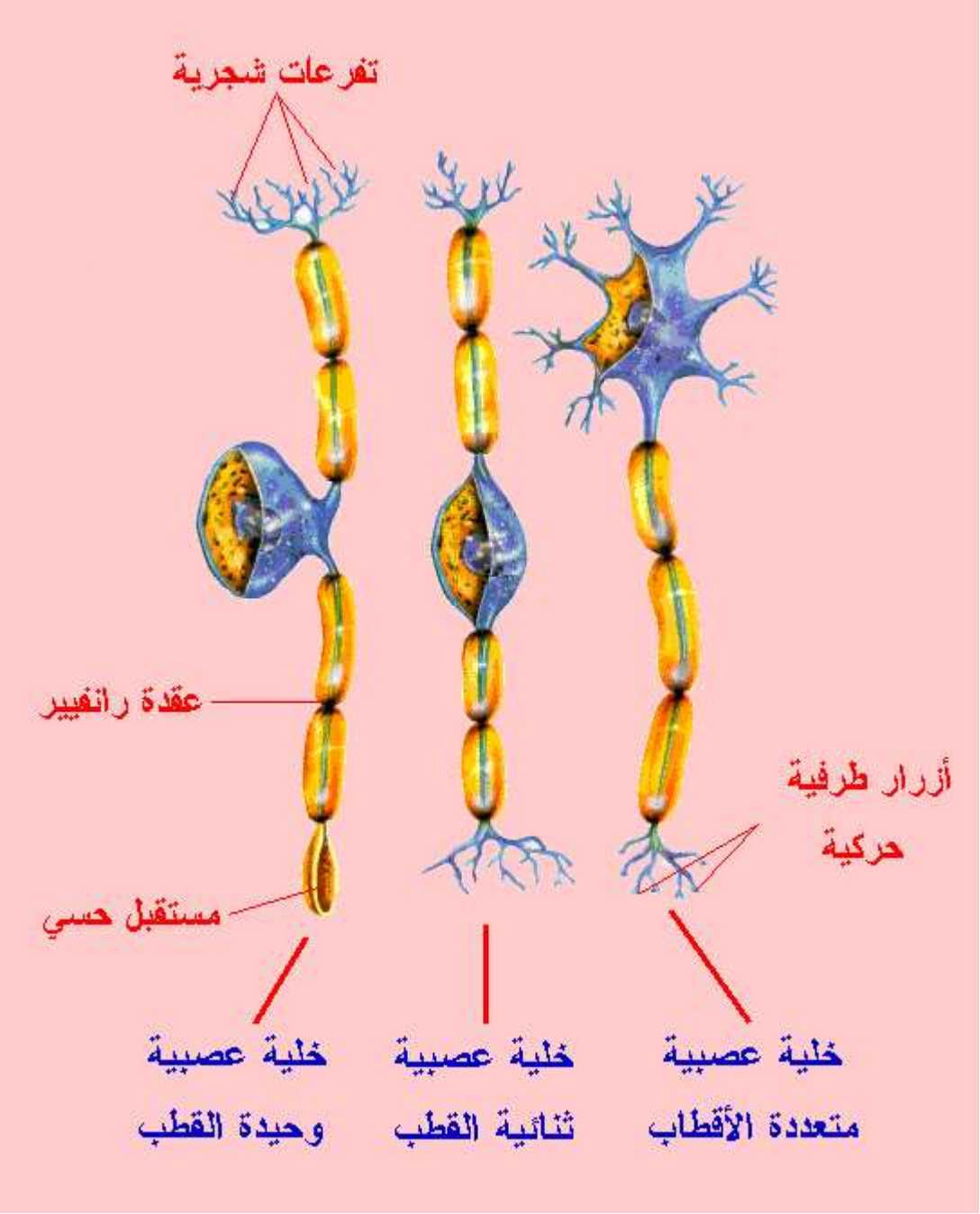
تتشابك اعصاب (محاور اجسام العصبونات) ماقبل العقده مع اجسام العصبونات مابعد العقده خلال المشابك في العقد لنقل الاشارات العصبيه .



شكل رقم (٥) يبين تركيب الخليه العصبيه



شكل رقم (٦) يبين تركيب العصب



شكل رقم (٧) يبين انواع الخلايا العصبيه

الخلايا الجيلاتينيه (الدبقيه) Glial Cell

سميت بهذا الاسم المشتق من اللاتينيه(Glia) جليا الغراء او الصمغ لاعتقادهم بآن عملها الاساسي هو الربط بين العصبونات , وتعد خلايا مسانده للعصبونات لاتشارك في نقل الاشارات العصبيه الكهربائيه وهي اكبر الخلايا العصبيه عددا وتشكل عشرة اضعاف عدد العصبونات في الجهاز العصبي وحجمها ١٠/١حجم العصبون لذا فهما يشغلان نفس الحيز في الجهاز العصبي .

وظائف الخلايا الجيلاتينيه

- تعمل سند ودعامه للعصبونات
- عازله للشحنات الكهربائيه بين العصبونات وبين المشابك
- تزيل الخلايا التالفه والميته
- تفرز مواد محفزه لنمو العصبونات
- تحافظ على التركيبه الآيونيه الكهربائيه للسوائل خارج العصبونات

انواع الخلايا الجيلاتينيه

تشمل (الخلايا النجميه , الخلايا قليلة التشعبات , الخلايا الصغيره , خلايا شوان) , شكل (٨)

- الخلايا النجميه Astrocyts

سميت بهذا الاسم لكثرة تششعباتها البارزه للخارج من الخليه , وهي اكبر الخلايا الجيلاتينيه حجما **واهم ميزاتها** :

- تشعباتها تربط بين الاوعيه الدمويه والعصبونات لنقل الغذاء اليها
- لها الفدره على تحويل الكلوكوز الى اللاكتات لخزنه واستخدامه عند الحاجه لمد العصبونات بالطاقه .
- تساهم الخلايا النجميه في ازالة الشحنات الكهربائيه الفائضه في السائل خارج العصبونات للمحافظه على المحيط الآيوني المناسب لنقل الاشارات العصبيه .

- لها دور مع الخلايا الجيلاتينيه الصغيره في افراز مواد محفزه لنمو العصبونات يعد تلفها .

الخلايا قليلة التشعبات Oligodendrocytes

تعمل على تكوين طبقه عازله تحيط بالعصبونات في الجهاز العصبي المركزي وذلك عن طريق التشعبات الصادره عنها التي تلتف حول العصبونات لعزل الشحنات الكهربائيه التي تنتقل في الاعصاب عن بعضها حتى لاتؤثراحداهما على الاخرى .

الخلايا الصغيره Microglia

هي اصغر الخلايا الجيلاتينيه حجما , وتعمل على ازالة الخلايا التالفه في الجهاز العصبي ويعتقد انها مسؤوله عن تجدد الخلايا التالفه وتساعد في نمو العصبونات .

خلايا شوان Schwann

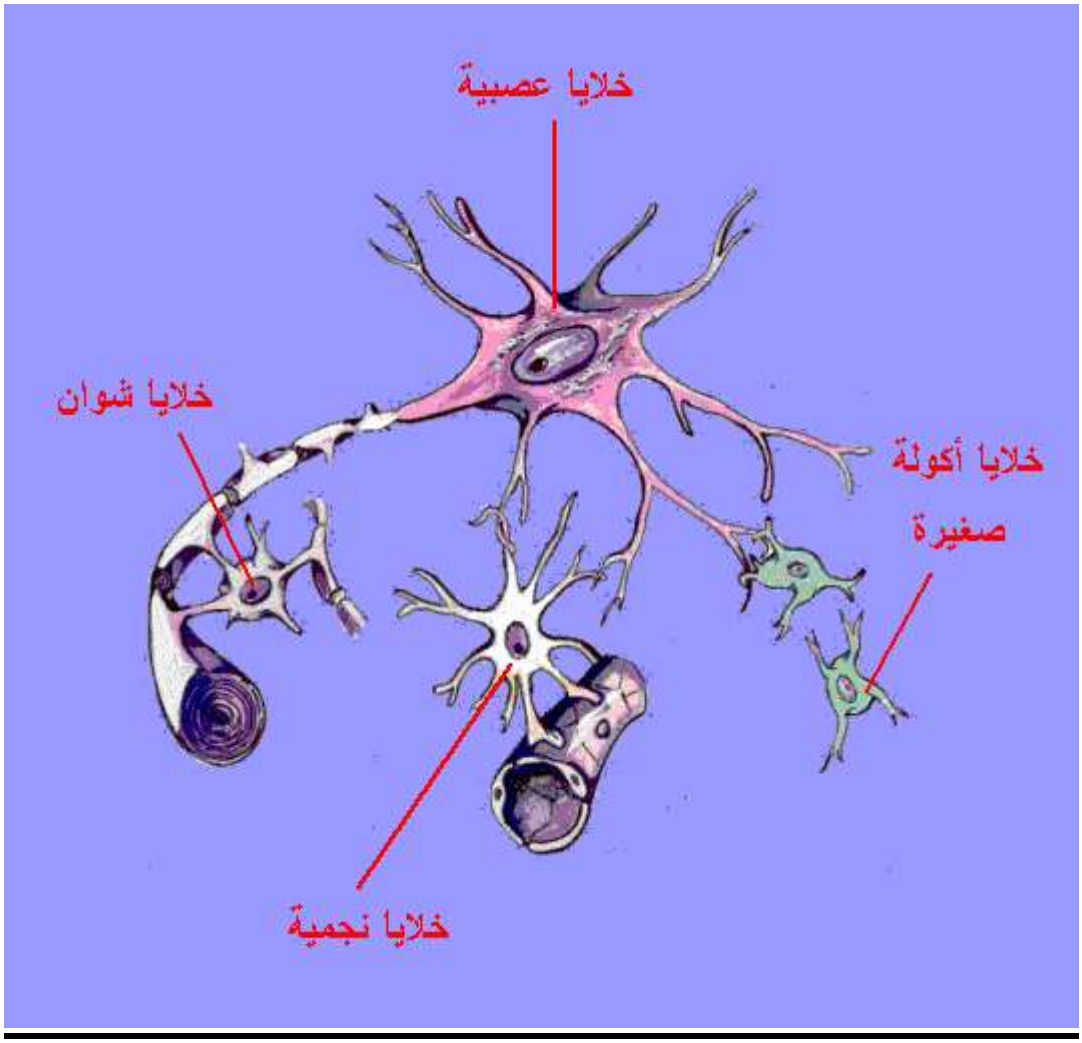
تتكون هذه الخلايا بشكل اساسي من الشحوم والتي تعطيها صفتها العازله للشحنات الكهربائيه , وهي نظيرة الخلايا قليلة التغصنا ت في الجهاز العصبي المحيطي واهم وظائفها :.

- مسؤوله عن تكوين الطبقه العازله لصفائح المايلين في الجهاز العصبي المحيطي

- تساعد في سرعة انتقال الشحنات الكهربائيه في العصبونات

- لها دور في نمو العصبونات بعد تلفها

تحيط خلايا شوان بنفسها احاطه تامه حول العصبون بعكس الخلايا قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي.



شكل رقم (٨) يبين انواع الخلايا الجيلاتينيه

الجهاز العصبى المركزى central nervous System

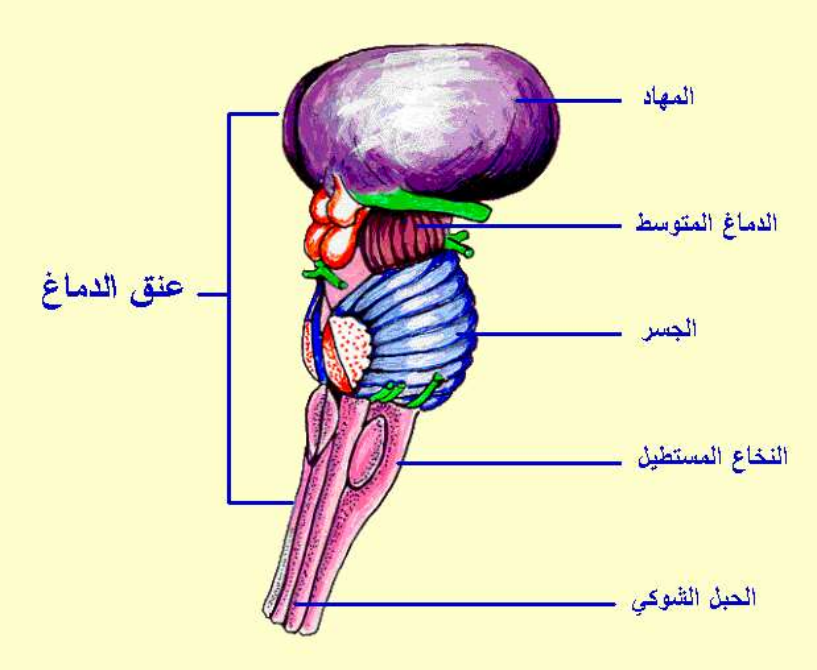
يعد الجهاز العصبي المركزي مركزا لاصدار الاوامر في الجسم اذ يتم بداخله التفاعلات المعقده ومعالجة الاحساسات الناتجه عن الاثاره ويؤدي وظائف ذهنيه كثيره .

يتكون الجهاز العصبى المركزي من :

- **الدماغ(Brain)** الذي يستقر في الجمجمه
- **النخاع الشوكي(Spina cord)** في العمود الفقري **, شكل (٩) .**

يتكون الدماغ من:

- **المخ Cerebrain**
- **الدماغ الاوسط Midbrain**
- **الجسر Pons**
- **النخاع المستطيل**



شكل رقم (٩) يبين مكونات الجهاز العصبي المركزي

- المخ Cerebrain

يقسم المخ شق طولي انسي الي نصفين غير منفصلين ايمن وايسر , ويتحكم النصف الايمن بالجانب الايسر من الجسم والنصف الايسر يتحكم بالجانب الايمن من الجسم وذلك لتقاطع الاعصاب الدماغيه واحدهما يكون نصف الكره المخي المسيطر .

توجد في المخ اجسام العصبونات في الطبقه الخارجيه (قشرة المخ) ويكون لونها رمادي اما محاور العصبونات يكون لونها ابيض وتوجد في داخل المخ , وفي الماده البيضاء يوجد تجمع لاجسام العصبونات تسمى بالنواة او العقده , اما في الحبل الشوكي يكون العكس أي الماده البيضاء (المحاور) في الخارج والماددة الرماديه (الاجسام) في الداخل .تكون الماده الرماديه في المخ على شكل تلافيف لتزيد من المساحه السطحيه للمخ وتوجد بينها شقوق , شكل (١٠) .

ينقسم كل من نصف الكره المخي في سطحه الخارجي الى اربعة فصوص:

- الفص الجبهي

يتحكم في الانفعالات والعواطف والشخصيه كذلك تعلم وممارسة المهارات الحسيه المعقده , ويحتوي الفص الجبهي على التلفيف الجبهي السفلي في الجزء الخلفي منه في نصف الكره المخي المسيطرفي منطقة بروكاس المسؤوله عن التكلم .

التلفيف امام الشق المركزي وجدار الشق المركزي الامامي يحتويان على القشره الحركيه المسؤوله عن حركة العضلات الاراديه في الجانب المعاكس من الجسم , في القشره الحركيه تكون اعضاء الجسم ممثله بالمقلوب أي الجزء السفلي من القشره الحركيه يتحكم في اللسان والحنجره والوجه والجزء العلوي يكون منطقة التحكم بعضلات القدم .

- الفص الجداري

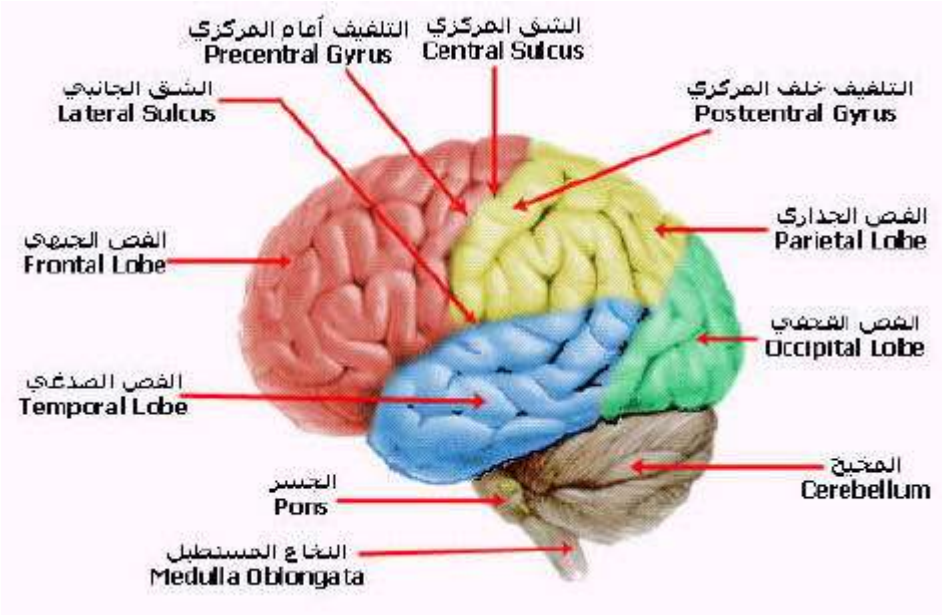
يحتوي على التلفيف خلف المركزي الذي يشترك مع تلفيف الجدار للشق المركزي في مسؤولية الاحساس في الجانب المعاكس لكونهما يحتويان على القشره الحسيه .

- الفص الصدغي

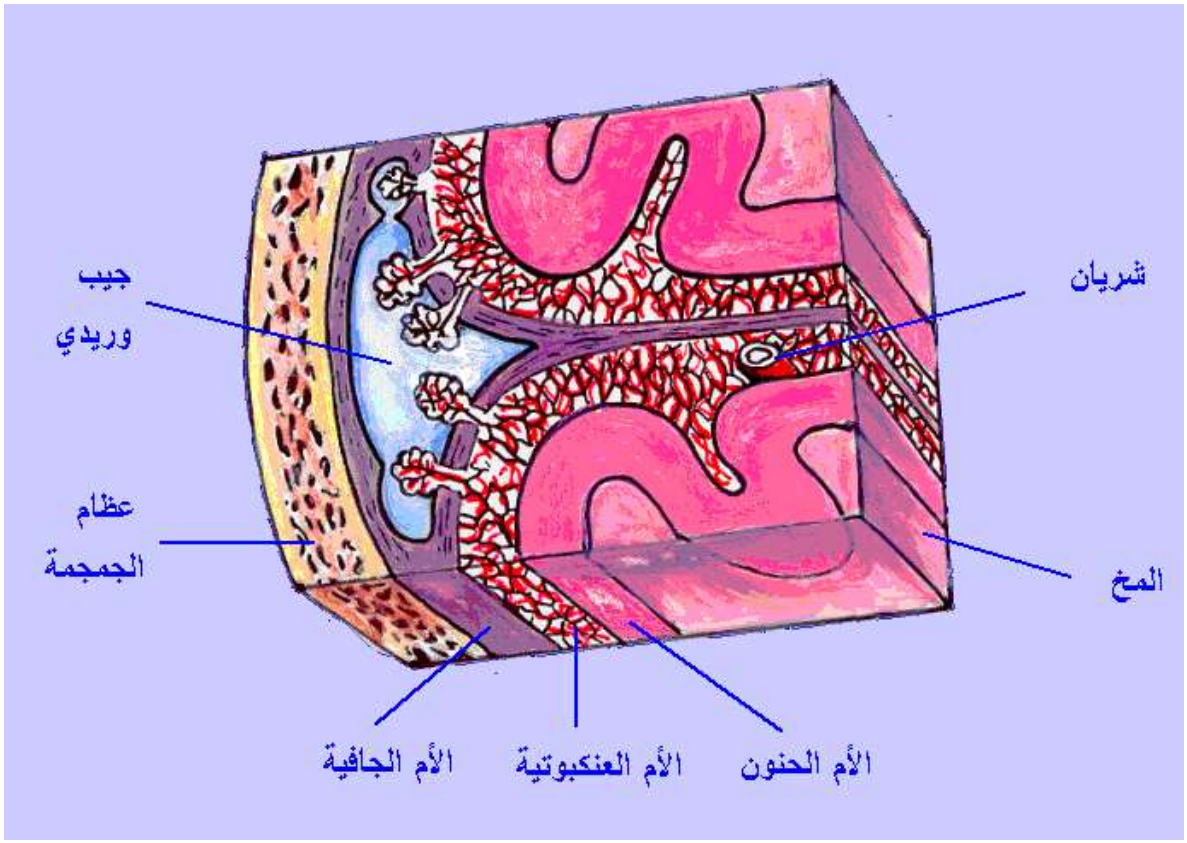
يحوي على التلفيف الصدغي العلوي مسؤول عن السمع كذلك يحوي التلافيف المسؤوله عن الذاكره الخاصه بالكلمات المقروءه .

- الفص المؤخري (القذالي)

يقع في مؤخرة المخ ويحتوي على مركز الابصار ,ومن الجدير بالذكر ان نصفي المخ ليسا مفصولين تماما بل في الجزء العلوي فقط ويتصلان في السطح الداخلي مع بعضهما بواسطة **الجسم الثفني** (محاور عصبيه توصل بين مناطق متشابهه في نصفي المخ) .



شكل رقم (١٠) يبين التلافيف والشقوق الدماغيه



شكل رقم (١١) يبين اغشية الدماغ

جذع المخ Brainstem

يشمل

- **الدماغ الاوسط Midbrain**
- **الجسر Pons**
- **النخاع المستطيل Medulla oblogata .**

يقع الدماغ الاوسط فوق الجسر والجسر فوق النخاع المستطيل المتصل بالحبل الشوكي وخلفهم المخيخ , شكل (١٢) .

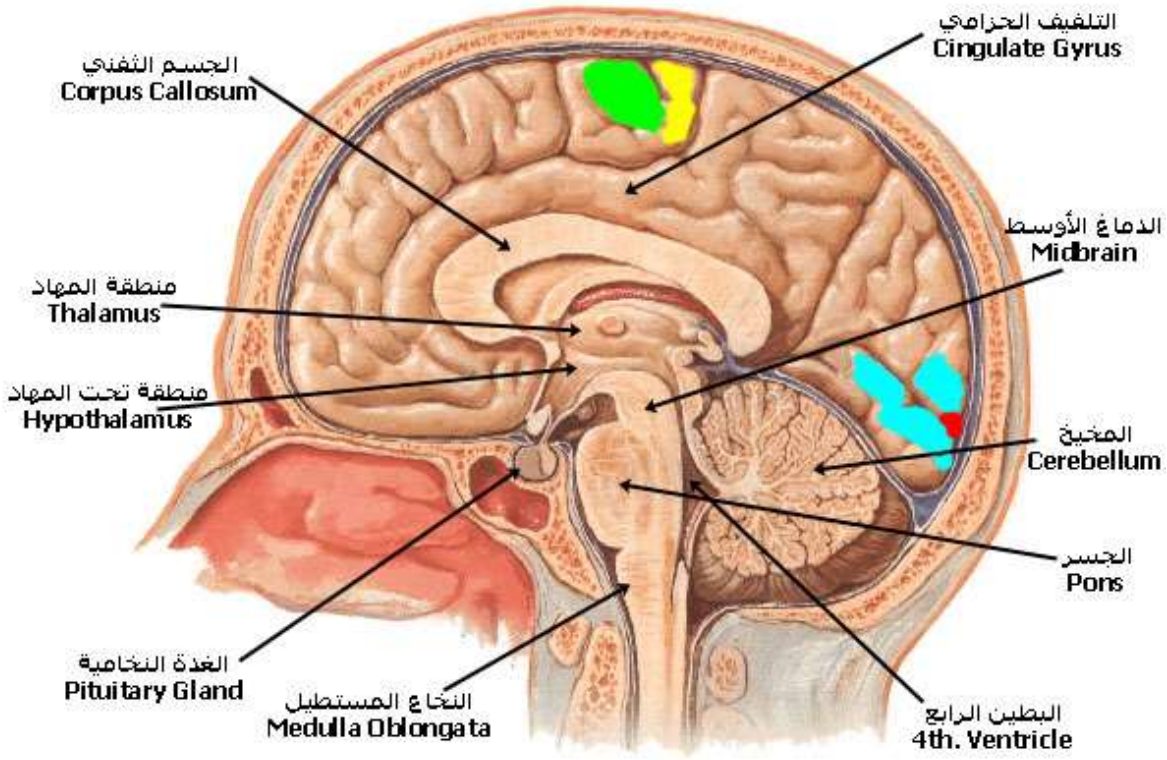
يوجد في الدماغ الاوسط مراكز رد الفعل البصري وكذلك مراكز رد الفعل السمعي ويحوي الدماغ الاوسط كذلك على نواة للاعصاب القحفيه الثالث والرابع والخامس .

ويحتوي الجسر على نواة للاعصاب القحفيه الخامس والسادس والسابع والثامن .

و يحتوي النخاع المستطيل على نواة للاعصاب القحفيه التاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر .

المخيخ.Cerebellum

يتصل المخيخ بجذع الدماغ عن طريق السويقه المخيخيه العلويه والسفليه ويقوم المخيخ **بتنظيم حركات العضلات** لتكون متناغمه , وكذلك **حفظ التوازن والاحساس بوضع الجسم في الفراغ .**

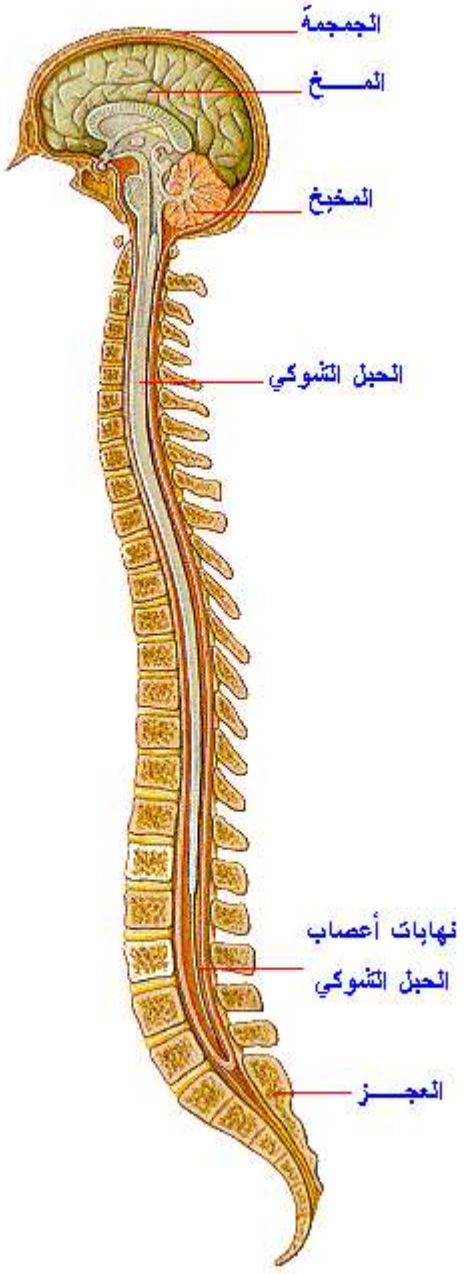


شكل رقم (١٢) يبين اجزاء الدماغ

الحبل الشوكي

يبدآ بعد النخاع المستطيل ويمتد الى الاسفل في القناة الفقريه للعمود الفقري ولحد الفقره القطنيه الثانيه بعدها ينتهي على شكل ذنب الفرس . يحتوي بداخله على الماده الرماديه والتي تتكون من اجسام العصبونات على شكل حرف H والذراع الامامي يسمى القرن الامامي الذي ينشآ منه الجذر الحركي ومنه الاعصاب الحركيه للعضلات , اما الخلفي يسمى باالقرن الخلفي ويكون حسي حيث تدخل الاعصاب الحسيه الاتيه من اعضاء الجسم المختلفه اليه عن طريق الجذر الحسي وعلى الجانب القرن الجانبي الوحشي .

توجد الماده الرماديه في وسط القناة المركزيه وتتكون الماده البيضاء من محاور العصبونات وتحيط بالماده الرماديه في الحبل الشوكي وهي عباره عن الياف عصبيه صاعده التي تحمل المعلومات الحسيه لاجزاء الدماغ اما الالياف العصبيه الهابطه تحمل الاوامر من القشره الحركيه الى القرن الامامي ومنه الى الاعصاب الحركيه عن طريق الجذر الحركي للقيام بحركة الجسم المطلوبه ,شكل (١٣) .



شكل رقم (١٣) يبين الدماغ والحبل الشوكي

- الجهـاز العصـبي الطرفـي المحيطـي Peripheral nervous system

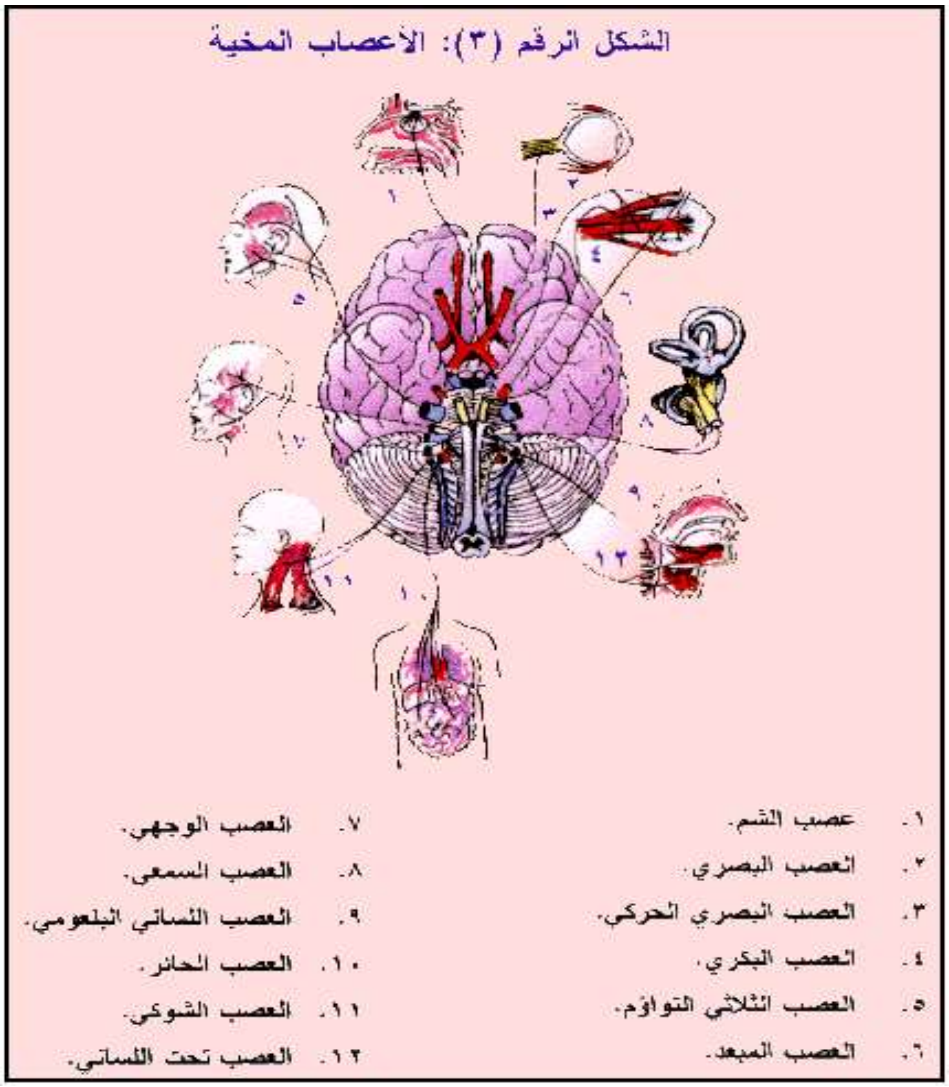
يتضمن الأعصاب التي تتصل بالمخ والنخاع الشوكي وتصل إلى كافة أجزاء الجسم , إذ يشمل الاعصاب المخية **(Cranial nerves)** والاعصاب الشوكية **(spinal nerves)** وهذه الاعصاب تقوم بنقل الاثارات الحسية من الجلد وأعضاء الحس إلى المخ والنخاع الشوكي وتسمى بالاعصاب الحسية **(censory nerves)** , إذ تتجه هذه الإثارات إلى الجهاز العصبي المركزي , اما الاعصاب التي تحمل الإثارات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات للقيام بالحركة تدعى الاعصاب الحركية **(motor nerves)** كذلك يشمل الجهاز العصبي الذاتي (السمبثاوي والباراسمبثاوي) .

- الأعصاب المخية الدماغيه Cranial nerves

يوجد ١٢ زوج من الأعصاب الدماغية تقع تحت السطح الأسفل للمخ وتطلق الأرقام من ١ – ١٢ على كل زوج منها ابتداء من الأمام إلى الخلف , ولكل عصب أسم معين وتخرج الأعصاب الدماغية من الجمجمة عبر ثقوب صغيرة وتمر خلال الأنسجة وتتوزع على الجلد والعضلات والأعضاء الأخرى في الرأس والرقبة وهي:

١- **العصب الشمي** , مسؤول عن الشم
٢- **العصب البصري** , مسؤول عن الابصار.
٣- **العصب المحرك للعين** , الذي يغذي معظم عضلات العين الخارجيه ويحمل معه الياف عصبيه وديه مسؤوله عن رد فعل العين للضوء وكذلك منعكس تكيف العين.
٤- **العصب البكري** , يغذي عضلة العين المائله العلويه
٥- **العصب الثلاثي التوائم** ,عصب حسي للوجه وفروة الرآس وله الياف حركيه لعضلات المضغ.
٦- **العصب المبعد** , يغذي عضلة العين المستقيمه الوحشيه.
٧- **العصب الوجهي** , يغذي العضلات السطحيه للوجه ويحمل الياف حسيه للالم والحراره من الاذن وكذلك للتذوق في اللسان والياف لاوديه للغدد اللعابيه .

٨- **العصب السمعي** (الدهليزي القوقعي) مسؤول عن السمع والتوازن .
٩- **العصب اللساني البلعومي** , يحمل الياف حسيه في اللسان ولاوديه للغدد اللعابيه كذلك الياف حركيه لعضلات البلعوم.
١٠- **العصب التائه (المبهم)** , يحمل الياف لاوديه لاعضاء الصدر والقلب والجهاز الهضمي وكذلك يحمل الياف حركيه لعضلات الفم والبلعوم والحنجره .
١١- **العصب الاضافي** , ويغذي عضلات الحنجره والبلعوم مع العصب المبهم ويغذي عضلات ارادیه في الرقبه .
١٢- **العصب تحت اللسان** , يحرك اللسان شكل (١٤).
ومن الملاحظ إن جميع هذه الإعصاب تغذي منطقة الرأس والرقبة ماعدا العصب الحائر (العاشر) فهو مختلط يغذي القلب والرئتين والأمعاء والجهاز التنفسي .



شكل رقم (١٤) يبين الاعصاب الدماغيه

- الأعصاب الشوكية spinal nerves

تشمل ٣١ زوج من الاعصاب ويمر كل منها خلال القنوات مابين الفقرات العنقية (بين فقرة المحور والأطلس) أما الزوج السفلي فيمر عبر القناة الشوكية في الفقرات العصعصية .

تخرج الأعصاب الشوكية على شكل ازواج أي واحد من اليمين واخر من اليسار (زوج حركي وزوج حسي) بواسطة عدة جذور في الحبل الشوكي ولكل عصب جذران أحدهما أمامي والأخر خلفي , الجذور الأمامية تأتي من العمود الامامي للنخاع الشوكي اما الخلفيه من العمود الخلفي وتكون الامامية (عصبية حركية) أما الخلفية (عصبية حسية) وفي داخل القناة الشوكية يلتحم الجذران الأمامي والخلفي ليكونا عصبياً مختلطاً ثم يغادره من القنوات مابين الفقرات , اذ تتشكل شبكات عصبيه تتبع منها سلاسل عصبيه لتغذي جميع اعضاء الجسم وكذلك لنقل المعلومات منها الى الدماغ , والمناطق التي تخرج منها الاعصاب في الحبل الشوكي تسمى المناطق الشوكيه النخاعيه وحسب الفقره في العمود الفقري

وهي كالاتي:

٨ مناطق عنقيه Cervical Segment
(C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8)
12منطقه ظهريه (صدريه) Torracic Segment
(T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12)
5 مناطق قطنيه Lumbar Segment
(L1 L2 L3 L4 L5)
٥ مناطق عجزيه Sacral Segment
(S1 S2 S3 S4 S5)
منطقه عصعصيه Coccygeal Segment

وهذه تمثل عدد الاعصاب الشوكيه النخاعيه التي تنشآ من الحبل الشوكي , شكل (١٥).

- ألاعصاب الحسية (الواردة) Peripheral sensory nerves

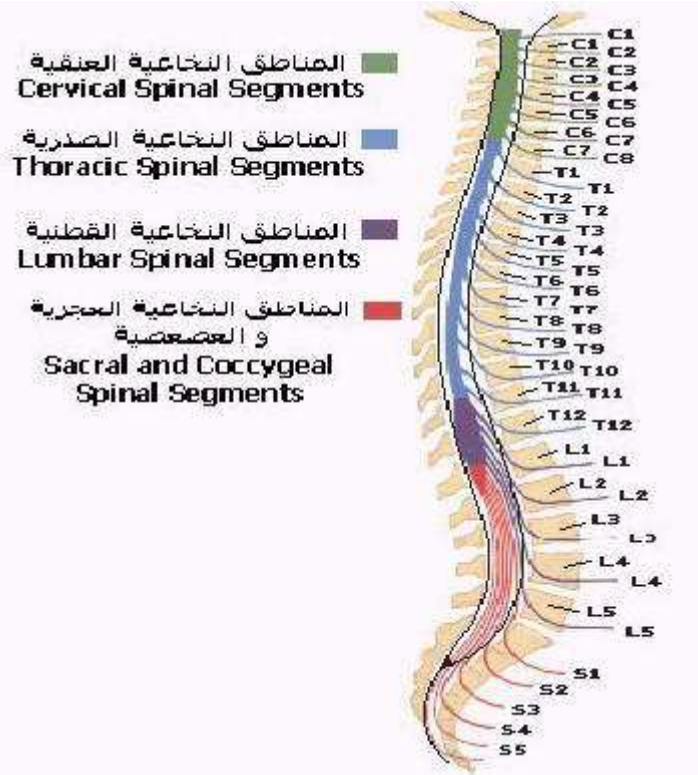
تحمل الرسائل الحسية من الجلد واعضاء الحس إلى المخ والنخاع الشوكي .

- ألاعصاب الحركية (الصادرة) Peripheral motor nerves

تحمل الايعازات إلى العضلات بالحركه من المخ والنخاع الشوكي**- - -**

الإعصاب المختلطه Mixed nerves

اعصاب توجد بكثره وتحتوي على ألياف (fibres) من النوعيين معاً **(حسية censory – حركية motor) وتسمى هذه بالإعصاب المختلطه (Mixed nerves)**



شكل رقم (١٥) يبين المناطق النخاعيه في العمود الفقري

الجهاز العصبي الذاتي (التلقائي) Autonomous Nervous System

هو شبكة من الأعصاب التي تحمل الإثارات من و إلى أجزاء الجسم وتعمل بشكل ذاتي (تلقائي) كما في حركة (العين , العضلات , الأمعاء , القلب) والجهاز العصبي الذاتي يتكون من الأعصاب التي تتحكم في بعض الوظائف الجسمية , ويغذي العضلات اللاراديه مثل عضلة القلب والرئتين والجهاز الهضمي والغدد الصماء وجدار الاوعيه الدمويه . ومن الجدير بالذكر إن خمسة من الأعصاب المخية تحتوي على ألياف عصبية تلقائية .

يحتوي الجهاز العصبي الذاتي على (أعصاب حسية وحركية) إلاّ إن الإثارات الحسية التي تحملها الأعصاب إلى المخ والنخاع الشوكي نادراً ما ينتج عنها احاسيس واعية , إذ انها تولد إثارات أو استجابات حركية ملائمة التي تسري عبر الالياف الحركيه وتتحكم في مختلف الأعضاء وهي على نوعين أما **أعصاب سمبثاوية** او **باراسمبثاويه** وعادة هي متعاكسة في العمل وذلك من أجل السيطرة والتوازن بين العمل والراحة .

يتكون الجهز العصبي الذاتي من: الجهاز العصبي السمبثاوي (الودي) والجهاز العصبي الباراسمبثاوي(اللاودي), شكل (١٦)و (١٧):

الجهاز العصبي السمبثاوي(الودي) sympathic

يشمل الجهاز العصبي الودي سلسلتين من العقد العصبيه تقع على جانبي العمود الفقري وهذه العقد هي محل تجمع اجسام الخلايا العصبيه بعد العقديه وتقع اجسام الخلايا العصبيه ماقبل العقديه داخل الحبل الشوكي وتخرج محاورها خلال الجذر البطني للاعصاب الشوكيه الصدريه .حيث ينشآ من القرن الجانبي للحبل الشوكي والياف ماقبل العقده الوديه التي تخرج من القطعه النخاعيه الصدريه الاولى **T1** والى القطعه النخاعيه القطنيه الثانيه **L2** ,وبعد خروجها تكون عقد على جانبي العمود الفقري تسمى بالسلسله الوديه (السمبثاويه) ومنها تنشآ الياف مابعد العقده الوديه التي تغذي جميع الجسم بآلياف

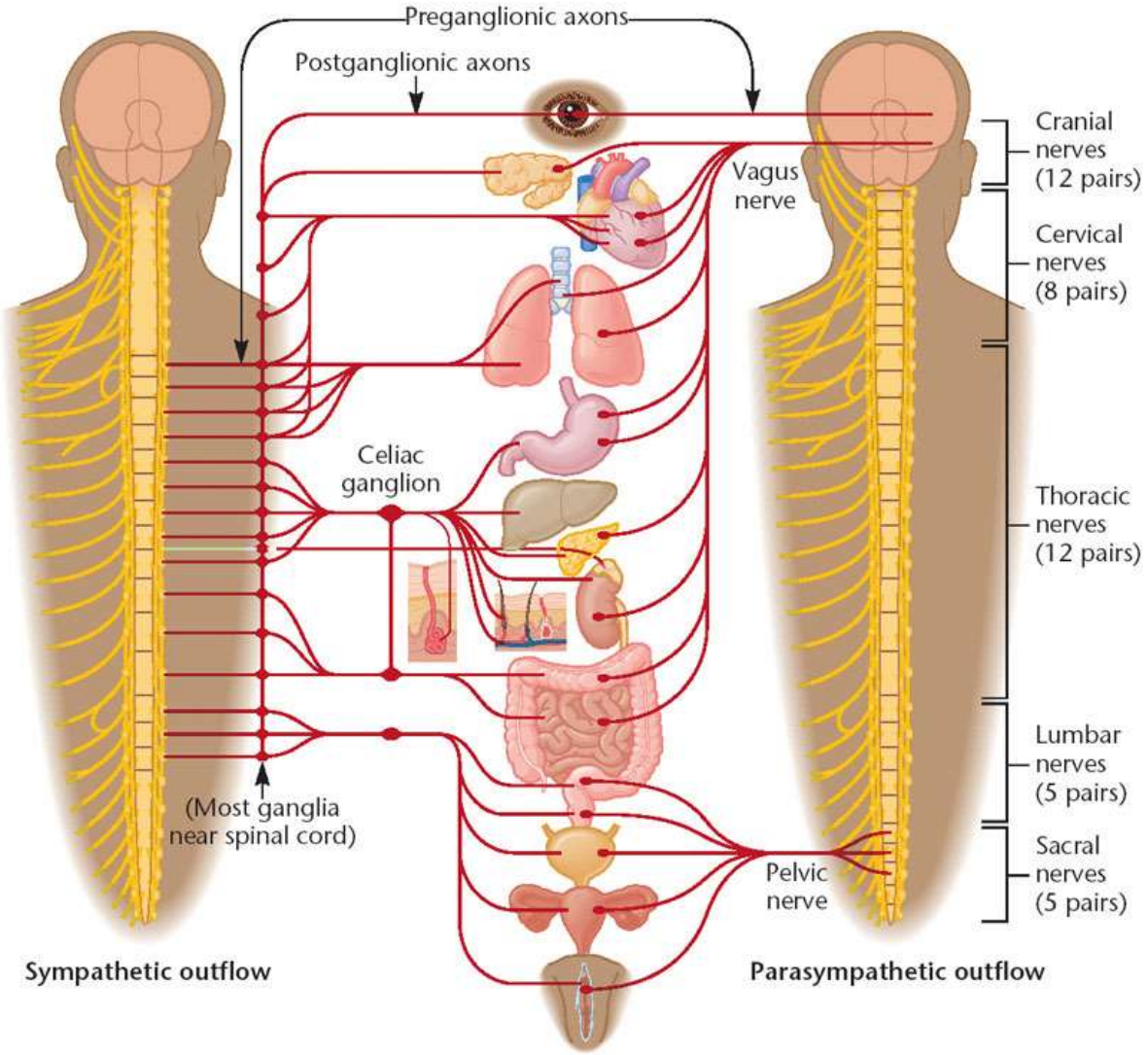
الجهاز العصبي السمبثاوي **حيث توجد ١١ عقده صدريه و ٤ قطنيه** و **٤ عجزيه في كل من السلسلتين كما توجد ٣ عقد وديه في الرقبه** ونظرا لتجمع الاعصاب في المنطقتين الصدريه والقطنيه لذلك **يدعى الجهاز العصبي الودي بالجهاز العصبي الصدري القطني.**

<u>الجهاز العصبي الباراسمبثاوي(اللاودي) para sympithic</u>

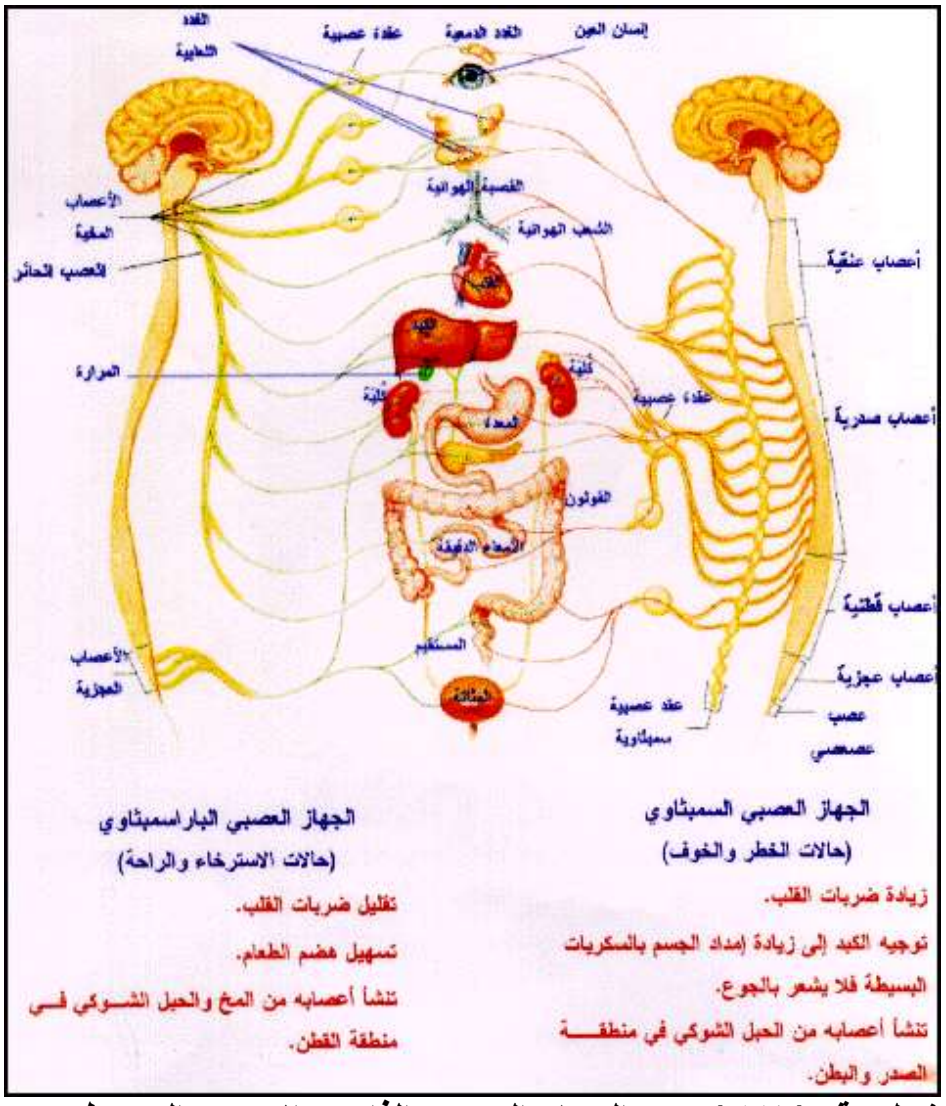
يتكون من عدد من العقد العصبيه التي بعكس العقد الوديه تقع بالقرب او في داخل انسجة الاعضاء وهي كالعقد الوديه محل تكون الاشتباكات العصبيه مابين الالياف ماقبل العقديه ومابعد العقديه تخرج الالياف من الدماغ خلال الاعصاب القحفيه(الدماغيه) الثالثه والسابعه والتاسعه والعاشره ومن النخاع الشوكي خلال الاعصاب الشوكيه العجزيه الثانيه والثالثه **لذا يعرف هذا الجهاز بالجهاز العصبي القحفي العجزي** .

<u>وظائف الجهاز العصبى الذاتى</u>

يقوم الجهاز العصبي الذاتي **بتنظيم وظائف عدة ودقيقة في العين والقلب والجهاز الهضمي** , ويتم ذلك بشكل تلقائي بواسطة شبكة من الأعصاب التي تعمل بشكل ذاتي إذ تحمل هذه الأعصاب الإثارات العصبية فيكيف الجسم **لعملية استهلاك الطاقة** , فمثلاً عند الجري يعمل الجهاز السميثاوي على **سعة المسالك التنفسية ويرفع الضغط الدموي ويحول الكلاكوجين في الكبد إلى سكر** أما الجهاز **الباراسمبثاوي فيعمل العكس ويتميز بقدرته على التحكم في افراز هرمون الادرنالين .**



شـكل رقـم (١٦) يبـين الجهـاز العصـبي الـذاتي (السـمبثاوي والباراسمبثاوي)



شكل رقم (١٧) يبين الجهاز العصبي الذاتي والاجهزه المرتبطه به

المبحث الثانى
تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العصبي

تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العصبي

التدريب الرياضي يحسن وظائف الجهاز العصبي ويؤدي الى :-

- تحسين قابلية الترابط والتوافق الحركي .

- تقصير زمن رد الفعل .

- تقليل زمن العبء (الجهد) .

- زيادة سرعة الأستشارة (سرعة توصيل الإشارات العصبية) وهذا مما يؤدي إلى تحسين التوافق الحركي والعمل المنظم في كل عضلة .

إن الترابط والتوافق الحركي يشترك في تحقيقها كل من الجهازين العضلي والعصبي وهي علاقة إنعكاسية للحركات الأرادية, وهذا يبدو واضحاً في **تدريبات السرعة .فتنمية صفة السرعة** ترتبط بالدرجه الاساس بعمل الجهاز العصبي لأن عمليات التحكم والتوجيه الذي يقوم به الجهاز العصبي المركزي من العوامل المهمة عند تركيز الرياضي على سرعة تنفيذ الحركات المختلفة بالسرعه القصوى , كذلك **مرونة العمليات العصبية تنتج عن قدرة الرياضي على سرعة أداء الحركات** المختلفة والتوافق التام في وظائف المراكز العصبية المحددة وجميع هذه العوامل هامة وتساهم في تطوير السرعة . كذلك بواسطة الإستثارة العصبية يتم **تنظيم مقدار القوة الحركية** ,فالأستثارة العصبية تحدث تغير وظيفي مناسب في حجم العضلة نتيجة تكرار قوة الإثارة .

أثناء التدريب يحدث تنمية للقوة .ويظهر تكيف الجهاز العصبي في حالة زيادة القوة العضلية دون زيادة كبيرة في حجمها (أي حجم العضلة) وخاصة عند تدريب الأطفال والنساء ,.ويتلخص دور الجهاز العصبي في أمكانية زيادة القوة العضلية عن طريق تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية للمشاركة في التقلص كذلك زيادة تزامن عمل الوحدات الحركية (أي قدرة تضامن الوحدات الحركية للعمل بوقت واحد) .

<u>ينقسم عمل الجهاز العصبي في أتجاهين</u> :

- تحسين التوافق الداخلي بين الألياف العضلية ذاتها

- تحسين التوافق الخارجي الذي يتم بين العضلات المختلفة

ويظهر التوافق بين الألياف العضلية (التوافق العصبي – العضلي) على شكل قدرة في أنتاج قوة عضلية بمستويات مختلفة وفق المطلوب للأداء الرياضي , وفي نفس الوقت تعبئة عدد أكبر من الألياف العضلية للعمل في أقصى ما يمكن , وتختلف عدد الوحدات الحركية حسب دقة عمل العضلة وتشترك (**٢-٣ألف وحدة حركية**) في حالة العمل الدقيق والأداء المتوافق وذلك لزيادة السيطرة العصبية ,وعلى الرغم من قدرة الجهاز العصبي على تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية للمشاركة في الأنقباض العضلي , إلاّ انه جزء من هذه الألياف في العضلات لا يشترك (١٠ - ١٥%)عند الرياضيين و(٣٠ - ٤٠ %)عند غير الرياضيين وهذه الألياف يمكن أستثارتها للمشاركة في الأنقباض العضلي (**بواسطة التنبيه الكهربائي**) .

أما **التوافق العصبي – العضلي بين العضلات المختلفة** , فعند أداء أية حركة رياضية تشترك في الاداء مجاميع عديدة من العضلات , ويقوم الجهاز العصبي بالسيطرة والتحكم في جميع هذه المجموعات العضلية لإنتاج أعلى مستوى من القوة العضلية ويظهر ذلك بوضوح عند بداية التدريب الرياضي إذ يلاحظ عدم القدره على أنتاج أقصى قوة في البداية لحين تمكن الجهاز العصبي من تنسيق العمل بين المجموعات العضلية المختلفة .

فسيولوجيا الجهاز العصبى و أسس و قوانين التوافق الحركى

ان عمل الأعصاب يحتاج الى طاقة حرارية كما فى بقية أعضاء الجسم. , وتنقل المحفزات من أعضاء الحس أو المستقبلات التى توجد فى (الجلد و العضلات و الأوتار و أربطة المفاصل) بواسطة الأعصاب الحسية و تختلف هذه الأعصاب عن أعضاء الحس الخارجية (الحواس)بأنها ليست متخصصة , و تقوم بايصال المحفزات الى الجهاز العصبى المركزى ولذلك تسمى بأعضاء الحس الداخلية و نتيجة وصول هذه الحوافز يحدث توافق فى تقلص العضلات او المجموعات العضلية المسؤولة عن الاداء الحركى باتقان وفاعلية .

التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة

يتم التحكم بوضع الجسم اثناء الاداء الحركي عن طريق التقلص التلقائى للعضلة الذي يحدث عند شد وترها أو ما يسمى بالشد (الانعكاسي) والذى يؤدى الى تقلص العضلة الثابت , ويتحكم الاداء الانعكاسي كذلك فى وضع الرأس بالنسبة للمحيط وللجذع و للأطراف ووضع العين بالنسبة للرأس , ويحدث ذلك نتيجة الحوافز العصبية الاتيه من اماكن الاستقبال (أعضاء الحس) فى الأذن الداخلية وعضلات الرقبة وشبكية العين وكذلك عضلات الاطراف .

وتنقسم الانعكاسات التى تتحكم فى وضع الجسم الى :

- **انعكاسات ثابتة** , وتشمل الانعكاسات العامة والجزئية (التي تتحكم في الجسم بأكملة أو الأطراف الأربع)
- **انعكاسات حركية** , موضعية كما فى (التحكم في حركة الرأس عند أداء نشاط رياضى معين)

ونتيجة لهذه الانعكاسات يتم التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة.

التمارين الرياضية ووظيفة الجهاز العصبى

ان التمارين الرياضيه تعمل على تطوير وظائف الجهاز العصبي والذي يظهر من خلال مايأتي :

- الأداء الانعكاسى

الأداء الانعكاسى يعمل على :

- تحقيق الوقاية أثناء اداءالتمارين الرياضية .

- توافق اداء وظائف اعضاء الجسم (يحدث التوافق الحركى خاصة فى حالة أداء الحركات الجديدة) .

ان تحفيز جزء معين من المخ عن طريق الاداء الانعكاسى لا يبقى ضمن هذا الجزء فقط , وانما ينتقل تأثيره الى الاجزاء المحيطة وينتج عن ذلك حركة غير اقتصاديه تحتاج الى قوة عضلية كبيرة , ولذلك فان الحركة الجديدة تسبب الاجهاد لأن أدأؤها يتم بادراك عال وبمشاركة جميع الحواس مع مصاحبة حركات جانبيه غير مطلوبه التي ترافق الحركه الاساسيه هذا مما يقود الى سرعة الشعور بالتعب , ومن خلال التكرار المستمر لنفس الحركة أو التمرين تزداد درجة تثبيت الربط المؤقت بها , ويحدث بعد ذلك التركيز فى اثارة المراكز العصبية المسؤولة عن الحركة فقط , و لهذا فان زيادة التدريب تسبب اختزال فى اثارة المراكز المجاورة الغير ضرورية للحركة المطلوبة , ليصبح الاداء الانعكاسى ثابتا و دقيقا واقتصاديا . أن التكرار يقلل فى الطاقة العصبية المبذولة وذلك يرجع الى خاصية النسيج العصبى فعندما يستخدم ممر عصبى مرة واحده فان أية حركة مهما كان مقدارها ودرجة صعوبتها تصبح بسيطة وبالتكرار يحدث التعود عليها , ولذلك فان التدريب المتواصل يقود الى قمة التطور فى الأداء الحركى حيث تنتقل الحركة من مرحلة التعلم الى مرحلة المهارة وتؤدى بشكل ألى عند ذلك يوجه اللاعب الانتباه والادراك نحو الهدف المطلوب والمتطلبات الاخرى .

- زمن رد الفعل (زمن الرجع)

تؤدى الحركات عادة بالطريقة السمعية (النداء) أو بعرض النموذج (المرئى) او الاثنان معا ,واثناء هذه العمليه يمر الحافز العصبى الى المخ حيث مراكز الانتباه والادراك وبعد فتره يصدر المخ حافز اراديا عن طريق العصب الحركى الى العضلات المسؤله لتقوم باداء **الحركه وتسمى هذه الفتره بين استلام الحافز العصبى واداء الحركه بزمن رد**

الفعل او (زمن الرجع) وزمن هذه الفتره يتفاوت عند الافراد وفقا للعوامل النفسيه وقوه الحافز , وغالبا ما يكون طويلا فى الحركات المعقده .
يمكن تقليص زمن هذه الفتره بعرض النموذج لتكوين صوره ذهنيه صحيحه للحركه.ويتدرب الرياضيين على سرعه الاستجابه للحوافز التى تتطلب السرعه فى الحركه , وذلك لتقليص زمن رد الفعل بحيث لا يكون ذلك على حساب دقه الحركه والتوافق الحركي .
هناك انواع كثيره من الرياضات تحتاج الى تقليص زمن رد الفعل مثل (الملاكمه و المصارعه والعاب السلاح ومسابقات الجرى والسباحه) والتى يلاحظ فيها تاثيرا واجهادا عاليا على الجهاز العصبى .

<u>يمكن تقليص زمن رد الفعل الى حد معين</u>

- **فى الاثاره البصريه(٠،١٥-. ٠،٢٠) ثانيه**
- **فى الاثاره السمعيه (٠،١٢-. ٠،١٨) ثانيه**
- **فى الاثاره الحسيه (٠،٠٩- ٠،١٨) ثانيه**

اما فى الالعاب الجماعيه (كره القدم وكره السله والطائره و كرة اليد) لايكون التوتر عاليا , ويحدث التوتر العصبى فى لحظات معينه تليه فتره استرخاء ويتكرر ضمن المنافسه لعده مرات حسب وضع اللاعب وحركه الكره , ولذلك فان الجهد العصبى يقل فى الالعاب الجماعيه .

<u>أسس وقوانين التوافق الحركى</u>

ان اتقان التوافق الحركى عند الرياضيين يعمل على رفع دقة الاداء و استيعاب التمارين المعقدة جدا , وكذلك الاقتصادية فى الوقت وفى صرف الطاقة اللازمة للجهد (و خاصة فى الالعاب التى تتطلب جهدا عاليا ولفترة طويلة حيث يستطيع الرياضى استخدام أقصى قوة وبنشاط عالى فى الوقت المناسب)

<u>مفهوم التوافق الحركى</u>

هو حفظ توازن الجسم بالشكل الصحيح و توزيع أجزائه ضمن اتجاه معين و لمسافة محدودة ويتم ذلك عند اتقان الحركة .

يتميز الانسان بقدرته على أداء الحركات المختلفه بالاستناد على مساحة صغيرة و بنفس الوقت يستطيع حفظ توازنه , وان جسم الانسان يتكون من عدة زوايا متحركة , لذا يجب تنظيم حركة هذه الاجزاء فى وقت واحد و فى مختلف المفاصل, و ان أداء الحركات المعقدة بهذا الشكل غير ممكن لهذا يجب التوافق فى عمل أجزاء الجهاز العصبى المركزى .

ان تغيير وضع الجسم بسبب الحركة يغيرمركز الثقل العام للجسم , ويمكن أن يفقده التوازن , ولهذا يقوم الجهاز العصبى عند اداء الحركات بتوجيه عمل عضلات اخرى للمحافظه على التوازن .

ان تقلص اي عضله لايتم بشكل مستقل عن بقية عضلات الجسم بل تساهم جميع عضلات الجسم , ولكن يكون اشتراكها بنسب مختلفه , فعند اداء حركة الثني في اي مفصل في الطرف العلوي ترافقها حركات في العضلات الباسطه في الاطراف العليا , وكذلك في الاطراف السفلى وذلك من اجل حفظ وضع الجزء المتحرك .

يعد الاداء الحركى من الوظائف المهمة فى نشاط الجهاز العصبى المركزى ففى قشرة الدماغ وخاصة الجزء المسؤول عن تطور المستقبلات المشاركة فى أداء الحركات (الفص الأمامى و منطقة الأجهزة الحسية) ورغم التعقيدات فى عمل هذه الأجهزة فآن التوافق في العمل الحركى يتم بدرجة عالية من الدقة , وان مرونة عمل الجهاز العصبى تتم من خلال مرونة الاداء الوظيفى فى أجهزته واستمرارها بالعمل وفى حالة اصابة أى جزء منه تقوم الاجهزة الاخرى بتعويض الوظائف المفقودة وتوجيه حركة الجسم .

دورالاجهزه الحسيه فى التوافق الحركى

عنـد الاداء الحركـى يمكـن **تقسـيم وظـائف الاجهـزه الحسـيه الـى مجموعتين** :

- **الاجهزه الحسيه التى تؤدى وظيفه الاستجابه** حيث يتم ذلك بشكل استجابه آليـه عنـد بدايـه التحفيـزات المتعاقبـه, ولـهذا فـان الرياضـيون يتجهون الى التمرين بواسطه الاشاره الصوتيه او المرئيه حيث تستخدم عـده اجهـزه حسـيه بوقـت واحـد واللاعـب يحلـل الوضـعيه ويختـار الاستقبال المناسب
- **بناء العلاقه المترابطه والمتبادله المناسبه للتوافق الحركي.**

العلاقه المتبادله فى الاداء الحركى

الجهـاز العصـبى المركـزى لا يسـتطيع توجيـه بدايـه الحركـه بواسـطه الحـوافز لانـه عنـد انجـاز الهـدف يجـب التوقـف عـن الحركـه , ولكـن الحـوافز ضـروريه للتعبيـر عـن كيفيـه انجـاز الهـدف , حيـث تكـون المعلومـات الـوارده مـن الحـوافز عبـر الاجهـزه الحسـيه غيـر متكاملـه وتقتصر هذه المعلومات على تحديد اتجاه العمل مثلاً (لتنمية القوه او السـرعه فـي عضـلات الجسـم المختلفـه) فالجهـاز العصـبي يسـتلم المعلومات عن اتجاه التنميه ولكن بشكل غير متكامل .

عند اداء الحركـه وتنفيذها بشكل صحيح توجد دائما حالـه عدم مطابقـه وعدم توافق لذا يقوم الجهاز العصبى المركزى وبشكل مستمر بتحليل حاله عدم التوافق هذه وتصحيح الحركه وتوجيهها نحو المسار الافضل , وان التصحيح عادة يتم خلال سير الحركه لايشعر به الفرد, حيث يتم تنفيذ الحركه بشكل عمل متصل وموحد تماما.

عند اختلال التحسس العضلى تنعدم الحركه وتفقد السيطره , وعند ذلك توجـه الحركـه بواسطه النظر فقط , وفى هذه الحالـه تكون المعلومـات سريعه غير ثابته وغير كافيه عن الحركـه لهذا تتـاخر الحـوافز الحركيـه التصحيحيه , اما عندما يستلم الجهاز العصبى المركزى المعلومـات فـى الوقـت الملائـم عـن اتجـاه الهـدف هـذا يعنـى انـه فـى علاقـه متبادلـه ومترابطه معه.

العلاقه المتبادله ضروريه فى اداء اية حركه بغض النظر عن طبيعه الهدف المراد تنفيذه , وان الحوافز الحسيه والحركيه تشكل حلقه مترابطه خلال الحركه وفى الوظائف الانعكاسيه لذا تسمى العلاقه المتبادله **بالحلقه الانعكاسية** لتوجيه الحركات المعقده والضرورية كذلك لربط العناصر احداها بالاخرى .

ان الحوافز الصادره من المراكز العصبيه هي التي تحمل المعلومات التي تؤشر مرحله انتهاء العناصر السابقه فمثلا(عند الطفر الطويل نقطه النهايه تبدا في لحظه ظهور مجموعه حوافز محدده للمستقبلات في العضلات وحاسه النظر والذين يحددون وضع القدم بالنسبه للمساحه المعينه ولجسم الرياضي).

المعلومات الخارجيه والداخليه والاداء الحركي

- المعلومات الداخليه

تشمل المستقبلات الاتيه من (**الحقيبه المفصليه, الاوتار , العضلات)** وهي تحدد مقدار القوه في الجسم والوضع العام اثناء حركه اجزاء الجسم احداهما تبعا للاخرى , هذه المعلومات يستوعبها الفرد عادة بشكل فعال وهي المسؤوله عن توجيه الجسم بشكل موحد ومتكامل .

الجهاز الحسي الحركي يستطيع اعطاء معلومات داخليه كامله, وان الاجزاء المركزيه للجهاز الحسي الحركي مهيئه بنفس الوقت لصياغه الحوافز الخارجيه الاتيه من جميع انحاء الجسم , وهذا يسمح في الوقت نفسه بتوجيه الجسم بشكل كامل وبقياده حاسه البصر, وعند اختلال الحوافز الحسيه يمكن توجيه ناحيه واحده فقط والتي يتركز فيها التحفيز .في حالات كثيره , ويتم تقييم علاقه اجزاء الجسم المتبادله وبشكل دقيق من خلال الاجهزه الحسيه الاخري اكثر من حاسه البصر حيث يمكن تاديه الكثير من الحركات مع غلق العينين .

المعلومات الخارجيه

هي المعلومات التي تساعد على التاقلم مع البيئه المحيطه , واهم مصادرها الحواس **البصر, السمع , الذوق , والجهاز الحسي الحركي** الذي يعد الاساس في المعلومات الخارجيه.

الحواس والرياضه

الجهاز الحسي البصري

لحاسه البصر دورهام في التعليم والتدريب , وذلك من خلال عرض النماذج لكي يكون المتعلم صوره واضحه للحركه ويحاول التوصل اليها.

يقوم الجهاز الحسي البصري بآيصال المعلومات الكامله حول البيئه المحيطه ويساعد الرياضي في تمييز المواد المترابطه الموجوده في المكان كالمسافه الى الهدف وما بينها و الاتجاه وسرعه حركه المنافس وحركه المحيط والتي لا يمكن تحديدها واداؤها بنجاح عند غلق العنينن , ولا يمكن تعلم الحركه عن طريق الشرح فقط بدون نموذج مرئي حيث يمكن توضيح الاخطاء وامكانيه تلافيها.

ان حاسه البصر تجعل المتعلم يدرك اداء الحركه الجديده بشكل عام وهو بذلك يحصل على تصور اولى لمظهرها الخارجي , وكذلك يلاحظ الاجزاء الهامه من الحركه عند عرض النموذج الحركي , وان تكرارها يزيد من دقه الحركه .

عرض النماذج امام المتعلم يثير حماسه ويكون لديه احساس حركيا , وهذا يعني ان المتعلم يمارس عمليا ما تتضمنه الحوافز الخارجيه والداخليه,.

تساعد حاسة البصر في معرفه وضع الجسم وشكله اثناء الحركه , وكذلك الاحساسات العضليه المطلوبه تدريجيا بالمشاركه مع الحوافز الوارده عن طريق حاسه اللمس والتوازن الحسي والحركي , ففي البدايه يكون الاحساس الحركي غير واضح ومختل وغير كامل لذا تعمل حاسه البصر على تكوين وتكامل التوقيت السليم للحركه. فاللحركه توقيت مكاني بجانب التوقيت الزماني والحركي والتوقيت المكاني تقوم بتنفيذه حاسه البصر .

ـ حاسه السمع

تلعب حاسة السمع دور كبير في تبادل المعلومات بين الافراد ولها دورا مهما سواء في التعليم او التدريب , فالشرح الفني للحركه لابد منه وان الموجات الصوتيه التي تتلقاها الاذن تنتقل الى المخ الذي يترجمها ويربطها بالصوره المعروضه فتكتمل عملية التصور للحركه والفهم والاستيعاب لها .

ان تسلسل الحركه لا يمكن فهمه الا من خلال الشرح الذي يساعد على اعطاء وبناء الاساس الحركي , وان التحكم فى درجه الصوت (رفعه وخفضه) اثناء اداء الحركه يساعد على توضيح النشاط الحركى .

تعمل حاسه السمع على ضبط التوقيت الحركى لذلك فآن للموسيقى المصاحبه للتمارين اثرها الفعال فى الاداء الحركى .

ان الاثاره السمعيه تستغرق زمنا معينا حتى تحدث الاستجابه الحركيه(زمن رد الفعل) لذلك يجب اعطاؤها قبل اللحظه المطلوب فيها اداء الحركه ويختلف زمن رد الفعل من شخص الى اخر .

ـ الاحساس الحركى

ان تكوين التصور البصرى او السمعى للحركه لا يكفى لاداء الحركه اذ لابد ان يرافقه احساس حركى لكي يتحكم اللاعب في اداء الحركه والاستيعاب الجيد , ويتم ذلك بالممارسه العمليه حيث لا تقوم العضلات بانجاز الحركه فقط وانما الاحساس بها (وهذا يعنى انها تشعر بمدى القوه وتوازن نسبه التقلص والانبساط في العضلات المختلفه) وهذا يفتقد عند اللاعب الذى لم يتكون لديه الاحساس الحركى بعد, ويمكن اكتساب ذلك من خلال اداء الحركات التى يكون فيها وضع الجسم غير اعتيادي , كما فى حركات الجمناستك حيث لا يحس اللاعب المبتديء بالوضع الصحيح للجسم لذلك يقوم المدرب بمساعدة اللاعب على الاحساس بالوضع الجديد حتى يتم تدريبه عليه ويتكيف معه.

كذلك للاجهزه الحسيه الحركيه دورا كبيرا فى الانتشار تبعا لمسافه الاستناد حيث تستلم المعلومات عن وضع الجسم من الاجهزه الحسيه الاخرى . لذا فان للاحساس الحركي اهميه فى الاداء الحركي.

عمل ونشاط الاجهزه الحسيه

ان التحليل الحركى الذى يقوم به الجهاز العصبى يعتمد بشكل اساسى على عمل ونشاط الاجهزه الحسيه معا , والحوافز تكون مترابطه وتكمل احداهما الاخرى وغالبا ما يكون من الضرورى عمل الجهاز الحسى الحركى والبصرى بشكل مستمر.

ان التدريب المستمر والمنتظم لوظائف الاجهزه الحسيه يجعلها تتكامل وتتوافق مع نوع النشاط المؤدى , ويبدا الرياضى بتمييز الحركات بشكل دقيق حتى فى الحالات الغير ملحوظه الاختلافات ويستطيع التحسس حتى بحركه زميله(الخصم) لمسافه محدده .

ان اتقان التحليل الحركى يؤدى الى اداء التمرين بشكل متكامل ويمكن الرياضى من تمييز ادق الاجزاء فى الحركه قبل اداء النشاط

الاجهزه الحسيه تنمي عند الفرد خصوصيه الاستعداد لتقبل الانشطه اللاحقه وبما يتوافق مع عمل الجهاز العصبي , لذا فأن البرامج الحديثه ترفع من تحفيز الاجهزه الحسيه وخاصة الاجزاء المسؤوله عن اداء ومتابعة الحركه المطلوبه , وهذا مما يسبب عدم توافق بسيط بين الحركات وتنفيذها بشكل متكامل فيحدث التصحيح الذى يدخل على الحركه لتصبح اكثر دقه.

الرياضى المتدرب يتميز بتوافق كبير في تنفيذ الحركات ضمن برنامجه وعند انجاز هذا التوافق تصبح لديه خصوصيه لكل نوع من انواع الرياضه والاحساس بتاثير كل نوع من انواع النشاط المنفذ

الاحساس الخاص والانفعالات الفرديه تؤثر ايضا على الحاله الوظيفيه للجهاز العصبى فالزى الرياضى الجيد وخصوصيه الانفعالات تزيد من التحفيز ويمكن ان تؤدي الى انخفاض القابليه الوظيفيه في حالة عدم ملائمتها.

مما سبق تتبين الاهميه الكبيره للحواس فى اداء التمارين الرياضيه وفى التدريب وهى بذ لك تتداخل وتشترك جميعا لتكوين نشاط رياضى متكامل .

المهارات الحركيه (الخبرات)

يؤدى الانسان حركاته الاعتياديه والحركات التى يتقنها جيدا بدرجه عاليه من الدقه والاقتصاد و السرعه .

ان الحركات الاعتياديه والحركات المتقنه جيدا تسمى بالمهاره الحركيه (الخبرات) وان تكرار المهارات الحركيه البسيطه عده مرات يقود الى الآليه حيث يستطيع الانسان تاديتها بدون اشراك الادراك بشكل فعال .
التمارين الرياضيه , وكذلك النشاطات الوظيفيه الحركيه لاتشكل غالبا وحده حركيه واحده وانما مجموعه حركيه غايه الصعوبه والتعقيد وان الوصول الى المهاره الحركيه فى جميع انواع النشاطات يتطلب من الرياضى تدريب عالى ولفتره طويله .

<u>الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه</u>
تتكون المهاره الحركيه على اساس نوع النشاط (رد الفعل الانى الذى يكون رابطه بين القشره الدماغيه والمركز تحت القشري) اى تصبح المهاره الحركيه حاله منتظمه لرد الفعل ويصبح تكوينها بنظام يسمى نظام الرابطه الوقتيه وبفضل هذا النظام المتين تبدا مراحل بناء الحركه (اعاده المفردات) بمشاركه االعضلات التى تقوم بتنفيذ الحركات الاعتياديه.
النشاط العضلي الحركى ايضا يكون مهيآ للتغيير اى (اعاده التركيب) وتكوين نظام الرابطه الوقتيه الذي يعتبر الاساس لعمل برنامج توافق الحركات الاعتياديه.
فى البدايه برنامج المهاره الحركيه لا يميز كيف تتم الحركه (فى اى عضله) , وان الحركات الاعتياديه تنفذ عند مختلف الاوضاع الابتدائيه للجسم ومعرضه لاى طارىء , لذلك فان برنامج المهارات الحركيه يجب ان يحدد الشكل الاساس للحركه وواجباتها الاساسيه ووسائل الوصول الى الاوضاع والاهداف المطلوب الوصول اليها ,علما ان المهارات الحركيه متنوعه وتشتمل على عده اوضاع للوصول الى الهدف. .ان دقه استخدام هذه او تلك من المجموعات العضليه على اساس العلاقه المتبادله فى الغالب تعد من الخصائص المحدده والمميزه والمخزونه عند الفرد , وبغض النظر اذا استخدم هذا العضو او ذاك فى الالعاب الرياضيه (االفرديه والجماعيه).

يتم بناء الحركه مع وجود حاله تغيير دائمه غير ملحوظه فى الحركه ,فمثلا خلال الاداء في بعض الالعاب تبرز ضروره استخدام مهارات رياضيه جديده في كل مره متوافقه مع تاثير الخصم , حيث يقوم الجهاز العصبى (مراكز النمو) بتقويه العناصر المنفرده للحركه التى لها تاثير جديد من خلال النشاط الوظيفى للجهاز العصبى .

كيفيه تكوين المهارات(الخبرات)الحركيه

يمتاز الانسان بالقدره على رد الفعل بشكل اسرع من بقيه الكائنات الحيه , ويستطيع الرياضى عند اداء الحركه مره واحده ان يكرر مفراداتها عشرات المرات وخلال اعاده الحركه تدخل التصحيحات اللازمه وبشكل مستمر وعلى اساس الرابطه المتبادله .

ان اداء التمارين الرياضيه الجديده ليست بالعمليه الصعبه , ولكن تعلم الحركه بشكل متقن ليس امرا سهلا, وعندما يؤدى الرياضى الحركه في البدايه تكون مبهمه , حيث انه يجهل الاحساسات الغير مباشره للحركه والتى يجب ترتيبها واتقانها بشكل تدريجي , ولكنه يعلم المتطلبات النهائيه من الحركه , وان انجاز هذه المتطلبات تتحدد حسب الخصوصيه الفرديه وامكانيات الجهاز العصبي ,حيث يستطيع الرياضى اداء الحركه وفق الملاحظات الموجهه من المدرب ويتم تنفيذها خلال اداء التمرين بشكل متقن ,

الاعاده المبكره للمهاره الحركيه من الامور الاساسيه فى تقويه تركيز المهاره بشكل جيد لانها ضروريه في اتقان الحركه الجديده . كما ان تاديه المهاره بشكل جيد وايجابى وكذلك التآثيرات المحيطه من (المدرب والجمهور المتواجد) كل ذلك له تاثير ايجابى في تثبيت المهاره , ومن ناحيه اخرى فان النتيجه السلبيه فى اداء المهاره لاتقوى الاستجابه ولا تحفز الرياضى وبالتالى تؤدى الى عدم اتقان المهاره .

يتحكم اللاعب المتدرب وكذلك المدرب فى تحليل الحركه وحتى المعقده منها ويمكن ادائها بدرجه عاليه من السرعه وبدون استخدام حاسه البصر, وغالبا ما تقيم المهاره من خلال السرعه والقوه وكيفيه الانتشار فى الفراغ , وذلك من اجل الوصول الى درجه عاليه فى التكنيك الرياضى , وتستخدم لهذا الغرض وسائل المعلومات السريعه مثل (

استخدام التقنيات السمعيه والبصريه الحديثه) كوسائل تقييم الاداء المهاري .ولايمكن تعلم عده حركات قي وقت واحد , وكذلك يصعب اتقان كل حركه على انفراد , ولكي يتم ذلك لابد من استجابه سريعه وايجابيه لكى يبلغ تحفيز الجهاز العصبى الى المستوى المطلوب , ومن الضروري ان يشعر الفرد بالاستمتاع عند تنفيذ الحركه وان يجيد ادائها وكل ذلك يستوجب مستوى وظيفي جيد لاجهزة الجسم . .

مراحل تكوين المهارات الحركيه

تمر المهارات الحركيه بثلاث مراحل وهي :

- المرحله الاولى

تكوين رد الفعل عند ظهور الحافز, الاشخاص المبتدئون يدركون الواجب الحركى بشكل عام ولا يغيرون خصوصيه عناصر المضمون الحركى ولا مراحل تتابع التمرين او بدايته بنفس الدرجه, لذلك فهم لايتقنون ضبط وتوقيت الحركه بدقه .

ومن الجدير بالذكر ان الحيوانات لا تميز الحوافز المتشابهه وكانها تعمم الحافز ولا تستطيع تجزئه الجانب المهم المرتبط به ولذلك ينظم على اساس الحوافز المتشابهه .

يتقن الفرد الحركه التى **لا تكون جديده** كليا بالنسبه له , حيث انه يجيد هذه او تلك من عناصرها مسبقا , وعند هذه الحاله يصبح فقط ضروره استخدام هذه العناصر ضمن المجموعه الجديده , ولذلك فى بدايه التعلم ينتبه ويراقب الحركه بشكل فعال ويستوعبها لينمى معرفته بها, وبذلك يتمكن من ضبط الاجزاء وربط عناصر التمرين .

قبل البدء في عمل برنامج التوجيه الحركى يتم توافق اجزاء الجسم لاخذ الوضع المطلوب ثم تنفذ الحركه , ولهذا فان **الحركه الجديده تظهر وكانها مقيده وغير مرنه ,** ولكن هذا التقييد ضرورى عند اتقان الحركات الجديده وتعود اسباب التقيد الحركى الى تذبذب الحوافز فى الجهاز العصبى .

فى المراحل الاولى تبقى مهاره التقلص من عمل الجهاز العصبى وتشترك اعداد كبيره من العضلات فى العمل مما يؤدي الى عدم التوافق فى عمل الجهاز الحركى والاعضاء الداخليه مما يقود الى سرعه التعب .

المرحله الثانيه

تتميز هذه المرحله بالقدره على تمييز الاجزاء والعناصر الحركيه , وتدخل ضمن هذه المرحله اسس تحليل المعلومات التى تظهر فى مختلف المستقبلات وخاصة في الجهاز الحركى , حيث يتيح للجهاز العصبى تمييز حنى ادق الخصائص الحركيه وتوجيهها بشكل اكثر دقه , اما الاجزاء والعناصر المعلومه والتى لا تتطلب انتباه عالي لتكوين المهارات تنعكس على التحفيز التدريجى لتغيير شده نمو الوظائف العصبيه واتجاهها فى المراكز المحدده .

ان تكثيف الوظائف العصبيه سببها ظهور العرقله واهمها(ظهور الاختلافات) وان قابليه تمييز هذه الاختلافات تسمح للحركه بالظهور بشكل اكثر ملائمه للهدف المطلوب , ولكن تكون الحركه في البدايه غير مترابطه بشكل جيد لان التحسس المتاخر يؤخر الحوافز وظهورها في الوقت المناسب ويحدث توقف اثناء فترات اداء المفردات والعناصر للمهاره .

٣ – المرحله الثالثه

فى هذه المرحله تحدث آليه في اداء الحركات البسيطه التى تعد الاساس بالنسبه للحركات الصعبه .حيث تتم ملائمه وثبات المهاره الحركيه , ويحفز الادراك لملاحظه عناصر التمرين الاكثرصعوبه والحركات التى تتطلب اداء دقيق وواضح .

الآليه الوظيفيه تحفز الادراك وتحرره من تعقيدات التفاصيل الحركيه , ولذلك يحفز الادراك لضبط عناصر الحركه الصعبه وتوجيهها بشكل رئيسى الى وسائل التكنيك لتطوير الحركه , ولكن فى الحالات الصعبه يقوم الادراك بضبط الحركه بدرحه عاليه, وعندما يصل الرياضى الى الآليه فى اداء الحركه غالبا ما يصاحب ذلك اقتصاد عالى فى نشاط الحركه حيث تتحرر العضلات من التعب والاجهاد.

تصبح حركه الرياضى سهله وغير متعبه عند ربط حركات اجزاء الجسم ,وعند اتمام تكوين ودمج المهارات الحركيه يتم توجيه الوظائف الانمائيه عاده لتنشيط عمل الاجهزه الجسميه الاخرى مثل جهاز التنفس والدوران لتعمل بشكل وبسرعه ملائمه مع عمل العضلات . ومن

الجدير بالذكر ان التنظيم الوظيفي لاجهزة الجسم يحدث بشكل بطئ بالمقارنه مع تنظيم التوافق الحركى .
ان التدريب الرياضي يسبب رابطه ردود فعل انيه بين الوظائف الانمائيه وبين المراكز الحركيه العصبيه , ففي السباحه مثلا تتكون علاقه قويه بين مراحل التنفس واجزاء وعناصر الحركه .
اما فى التجديف هناك مرحله واحده للحركه يتوافق الشهيق والاخرى الزفير وفى النتيجه يحصل تبديل سريع فى الوظائف الانمائيه وترتيبها حسب تذبذب مستوى الحركه والتوافق معها , وعند اداء التمارين الرياضيه فان النبض يزداد بسبب الزياده في التهويه الرئويه التي تعد من الدلائل على نشاط الجهازين التنفسي والدوران .
عند الرياضيين المتدربين ترتفع هذه الدلائل وتعود الى طبيعتها بعد انتهاء التدريب بشكل اسرع بالمقارنه مع غير الرياضيين او المبتدئين من الرياضيين. .

الفصل الثالث

فسيولوجيا الجهاز العضلي

المبحث الاول

العضلات (muscle)

- العضلات المخططة الإرادية Vountary Muscules

علاقة العضلات بالعظام

التركيب النسيجي للعضلات الاراديه

التجهيز العصبي للعضلات الإرادية

خصائص العضلات الإرادية

العضلات الإرادية البيضاء

العضلات الاراديه الحمراء

انواع العضلات الهيكليه وفق عملها

انواع العضلات الاراديه وفق شكلها وتنظيم اليافها

- العضلات الملساء اللارادية involuntary Muscules

العضلات الملساء (اللاإرادية) والتجهيز العصبي

- العضلات القلبية Cardic Muscules

خواص الالياف العضليه بشكل عام

الجزء التقلصي في الليفه العضليه

المواد الداخلة في تركيب العضلة

المبحث الثاني

فسيولوجيا الحركه

التقلص العضلي

انواع التقلص العضلي

ادوارالتقلص العضلي

ظاهرة التدرج في التقلص العضلي

العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط

التكزز العضلي

الاجهاد العضلي

نقل المثيرات العصبيه للعضله
الوحده الحركيه والعمل العصبي العضلي
التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء التقلص العضلي
التغييرات التي تحصل في العضله عند تحفيزها
اولا- التغييـرات المورفولوجيـه MORPH OLOGICAL CHANGES
ثانيا- التغييرات الكهربائيه ELECTRICAL CHANGES
ثالثا- التغييرات التهيجيه EXCITABILITY CHAGES
رابعا- التغييرات الميكانيكيه MECHANICAL CHANGES
خامسا - التغييرات الكيمياويه CHEMICAL CHANGES
سادسا- التغييرات الحراريه THERMAL CHANGES
الاحماء والتحفيز العضلي
انواع المحفزات
تأثير المحفزات المتعاقبه Effect of two successive stimuli على العضله وتقلصها
تأثير المحفزات المتكرره Effect of Repeated Stimuli
إثر التدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي
أولاً : التغيرات البيوكيمياوية
ثانياً : التغيرات البنائية

المبحث الاول
العضلات muscles

العضله muscle

إن أصل كلمة(muscle) الإنكليزيه جاء من اللغة اللاتينية(muscle) ومعناها (الفأر الصغير) وفي اليونانية كذلك تعني كلمة (muscle) العضلة (الفأر) وسميت هكذا لأن حركات العضلات تشبه حركات الفأر الوثابة (أي إنه يتحرك بالوثب) , ويحتوي الجسم البشري حوالي (٧٠٠) عضلة وهي تشكل حوالي (٤٠-٥٠%) من الوزن الكلي للجسم .

تلعب العضلات دوراً هاماً في حياتنا منذ الولادة وإلى نهاية الحياة , اذ تقوم بتآدية الحركات الاراديه واللاراديه , فهي تنتج الحرارة الداخلية وتحرك الطعام خلال الجهاز الهضمي , وتضع الهواء في الرئة , وتعمل في التحرك و الجري والكلام .

رغم ان العظام والمفاصل تعطي الجسم الشكل المناسب وتساهم في توازنه الا انها تبقى غير قادره على تحريكه بمفردها , لهذا فآن العضلات تقوم بالدور الاساسي حيث تعطي الجسم القدره على الحركه وتمده بالطاقه والحراره وتساهم في اعطاء القوام .

تتكون الانسجه العضليه من خلايا متخصصه في الانقباض وتتحكم كمية الاوكسجين المستخدمه في مقدار تقلصها وانبساطها .

تتكون كل عضله من حزم عضليه في كل منها الياف (خلايا) ويتآلف كل ليف عضلي من عدة لويفات عضليه تحتوي على خييطيات عضليه (الاكتين والميوسين) .

تقسم الانسجه العضليه الى ثلاث انواع على اساس تركيبى وظيفى:

- العضلات المخططة الإرادية (الهيكليه) Vountary Muscules

تتصل بالجهاز العظمي لذا تسمى بالهيكليه . وتكون حركتها بآرادة الانسان لذا تسمى الاراديه ايضا ومن امثالها(عضلات الاطراف).

- العضلات الملساء اللارادية involuntary Muscules

تبطن الاحشاء وتتقلص لاراديا لذا تسمى اللاراديه كما في (عضلات الرحم , عضلات الهضم) .

- العضلات القلبية Cardic Muscules

لها تركيب مماثل للعضلات الاراديه ولكنها تقوم بوظائفها لاراديا .

تتميز انسجة العضلات بآن لكل منها تركيب ووظائف خاصه بها ولكن الوظيفه المميزه لهذه الانواع هي انتاج الحركه والتي تختلف بآختلاف نوع العضله ففي العضلات الهيكليه تتمثل في حركة الهيكل العظمي بينما تتمثل قي النوعين الاخرين بحركة محتويات الاعضاء الداخليه مثل الامعاء والقلب .

اولا- العضلات الإرادية (المخططه) الهيكليه

تشكل العضلات الاراديه في جسم الرجل ٥/٢ من الوزن الكلي تقريباً وأقل بقليل عند المرأة .وهناك ما يقارب (٥٠٠)عضلة إرادية في الجسم. تعمل بشكل ارادي لذا تسمى العضلات الإرادية (Vountary Muscles) , شكل (١٨) .

.العضلات الاراديه تغطي الهيكل العظمي وتكون جميعها عضلات مخططه تتصل بالعظام لتحركها بالتناوب في التقلص والارتخاء في العضلات المتوافقه والعضلات المعاكسه في العمل, وتعمل هذه العضلات تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصوره تامه . عند اداء اية حركه فإن دفعة كهربائية صغيرة (Impulses) تترك المخ وتمر عبر الأعصاب الحركيه لتصل الى العضلات المعنية فتجعلها تتحرك ليتم عمل ما .

إن أهم مايميز النسيج العضلي (Muscle tissue) هو قدرته على الأنقباض عندما يثار بدفعة عصبية فيصبح قصيراً , وإذا حدث أنقباض شديد فإن طول العضلة يقل بمقدار ٦٠% من طولها وهي مرتخية (Relaxed) كذلك تصبح العضلة أكثر سمكاً أثناء التقلص .

علاقة العضلات بالعظام

تتصل معظم العضلات الإرادية بكل طرف من أطراف عظم أو أكثر من عظام الهيكل العظمي (skeletom) و الأرتباط (Attahment) القريب إلى مركز الجسم والذي يكون أقل تحركاً عند انقباض العضلة يسمى (المنشأ) (origin) في حين الأرتباط البعيد من المركز والذي يتحرك أكثر يدعى المدغم (insertion) ويسمى جزء العضله بين النقطتين البطن (belly) .

تنفصل العضلات عن بعضها بآغلفه من الانسجه الضامه الكثيفه التي تمتد عند نهايتي كل عضله , حيث تتصل نهايات العضلات بأماكن اندغامها بوساطة أربطة تثبت أطراف هذه العضلات إلى العظم بوساطة شريط من النسيج الرابط يتكون من ألياف بيضاء قوية إلى حد كبير تدعى بالأوتار (Tendoms) .وتأتي قوة العضلات عن طريق قوة هذه الأربطة .

تمر كل عضلة فوق مفصل أو أكثر وترتبط بالعظام وعندما تستقبل احدى العضلات مثير عصبي فإنها تنقبض فوراً ويقترب طرفيها من بعضهما البعض, ولما كانت أطراف العضلات مرتبطة بالعظام على ناحيتي المفصل فإن هذه العظام تقترب مع بعضها مع انقباض العضلة وبذلك يتغير موضع المفصل .

تختلف هذه العضلات في أطوالها وأشكالها وأحجامها بشكل كبير , فهي العضلات التي تمكننا من الحركة وذلك بنقل الأجزاء المختلفة من الهيكل العظمي الذي يعد من الروافع غير القادرة على الحركة.

تعد العظام روافع والمفاصل نقاط ارتكاز لهذه الروافع وتتآثر الرافعه بقوتين عند نقطتين مختلفتين **المقاومه** (هي قوة يمكن التغلب عليها) **والجهد** (القوه التي تبذل من اجل التغلب على المقاومه) وقد تكون المقاومه وزن جزء من الجسم يراد تحريكه وفي هذه الحاله يبذل الجهد العضلي على العظم عند المغرز وينتج عن ذلك حركة العضو اذا مازاد الجهد على المقاومه ..

ان عمل العضلات يشبه فعل الروافع (العتلات) فحركة الجمجمه على العمود الفقري يمثل عتله من النوع الاول والوقوف على

رؤوس اصابع القدم يمثل عتله من النوع الثاني وثني الساعد على العضد وحركة الفك الاسفل للاعلى يمثل عتله من النوع الثالث.

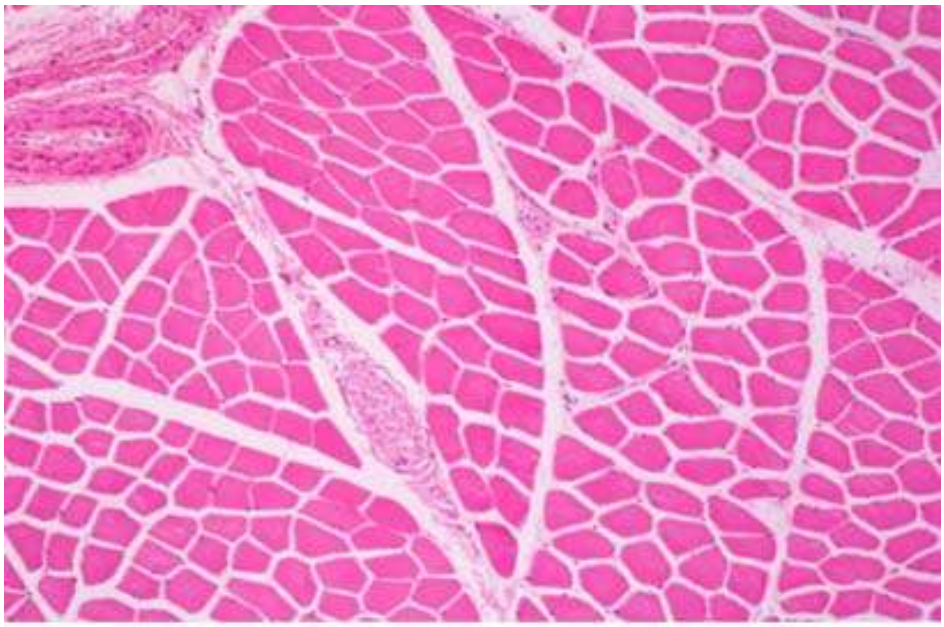
التركيب النسيجي للعضلات الاراديه

تتكون كل عضله من حزم عضليه في كل منها الياف (خلايا) عضليه ويتآلف كل ليف عضلي من عدة لويفات عضليه تحتوي على خييطات عضليه (اكتين و ميوسين) .

تعد الليفيه العضلية التي تمثل خليه عضليه واحده اكبر خلايا الجسم وتتكون من مجموعة خلايا , وهي اسطوانيه الشكل يحيطها غشاء رقيق ومطاطي متجانس , وتحتوي على عدة نوى بيضويه التي يحيط بها البرتوبلازم وعلى المايتوكوندريا .

يوجد داخل غشاء الليفه العضليه سائل يحوي عدد من الخيوط الرقيقة تعرف (باللويفات العضلية) وتعطي هذه اللويفات التخطيط الطولي للعضلة , والليفه العضلية تتكون من جزيئات لها تركيب خاص تدعى (الساركومير) فيها مناطق لها القدرة على امتصاص الضوء ومناطق أخرى لا تمتص الضوء , حيث تظهر مضيئة ,وتترتب اللويفات داخل الليفه العضلية بحيث تقع المناطق المعتمة بجوار بعضها تليها المناطق المضيئة وهكذا على طول العضلة , وهذا الترتيب يعطي العضلات تخطيطاً عرضياً ناتج عن تجمع المناطق المعتمة والمضيئة على التوالي .

تكون العضلات المخططة عادةٌ على شكل حزمة من الخيوط (الألياف) الرفيعة وتحمل خطوطاً مستعرضة , تحتوي العضلة المتوسطة الحجم حوالي (١٠) ملايين من الألياف العضلية وتشمل العضلات الهيكليه (عضلات الرأس , الجذع , والأطراف) التي يتم عملها بشكل إرادي عن طريق إيعازات تنقل إليها عن طريق المخ , وتتميز هذه العضلات بسرعة التقلص والاتبساط بالمقارنه مع الانواع الاخرى .



Skeletal muscle 100x H&E

شكل رقم (١٨) يوضح تركيب العضلات الهيكليه (الاراديه)

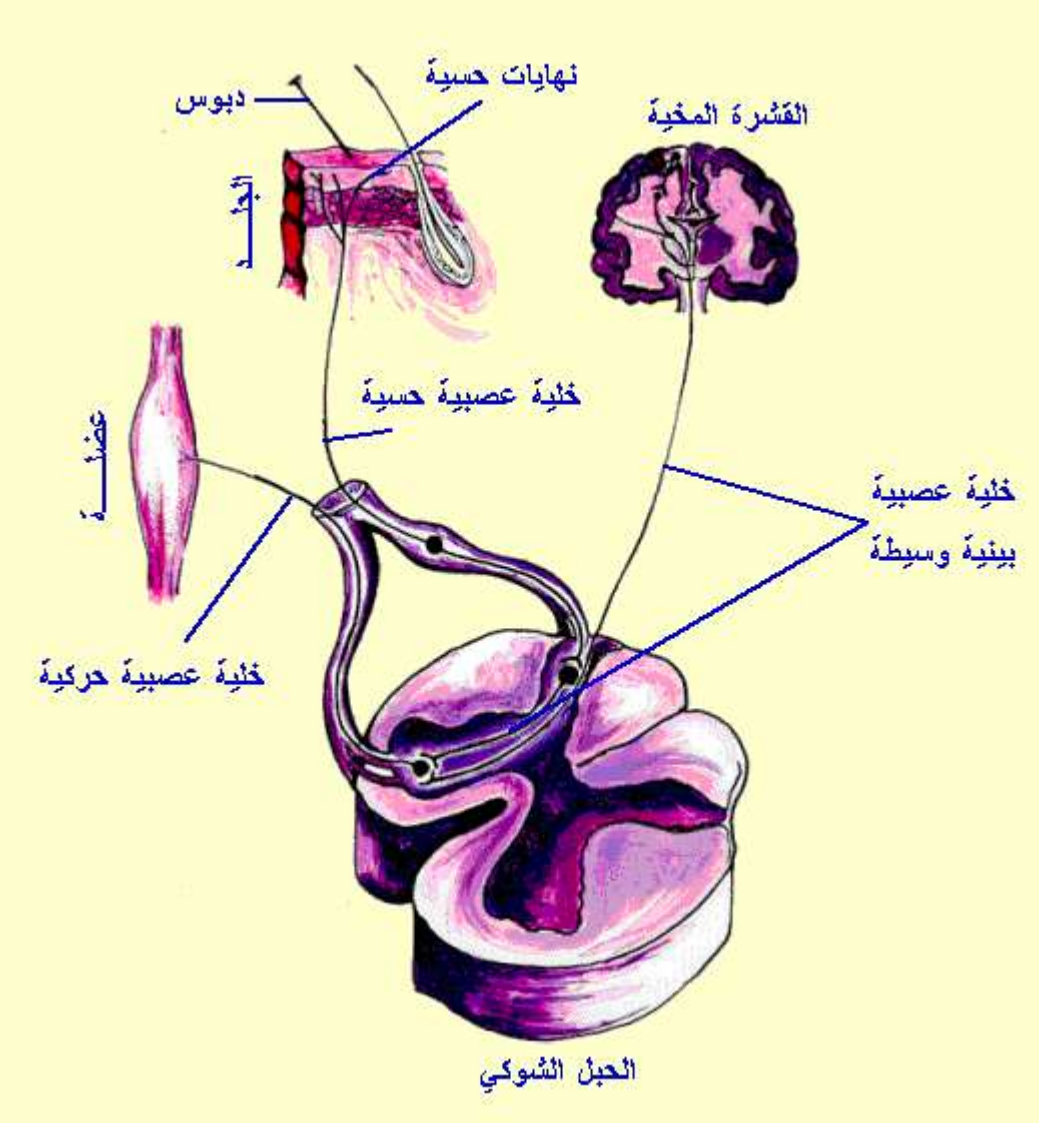
التجهيز العصبي للعضلات الإرادية

تتصف العضلات الاراديه كونها تعمل تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصوره تامه , حيث تجهز جميع العضلات الهيكليه بالالياف العصبيه من الخلايا العصبيه المتجمعه في القرن الامامي للنخاع الشوكي او المتجمعه في المراكز المتخصصه لنشوء الاعصاب القحفيه الحركيه وتسمى هذه المراكز بنواة العصب القحفي الذي يوجد في جذع الدماغ , وجميع هذه الاعصاب تجهز العضلات الهيكليه وتحفزها , حيث يصلها التحفيز من مراكز القشره الدماغيه او من مراكز الاستقبال في مختلف انحاء الجسم وخاصة سطح الجسم لذا فآن الاعصاب الحسيه تسبب اولا الحوافز التي تحدث فعلا عضليا اراديا

يتحكم به الفرد , الحوافز الثانيه تسبب الافعال الانعكاسيه في العضلات نفسها كما في حالات التقلصات العضليه الناشئه من المراكز البصريه والسمعيه ومراكز التوازن وغيرها من المستقبلات , لكون عمل العضلات ارادياً لذا فهي تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي بالرغم من ان بعض اعمالها انعكاسيه غير اراديه لذا يمكن **القول ان للعضلات الهيكليه فعلان احداها ارادي وهو الغالب والاخر غير ارادي (انعكاسي), شكل (١٩) .**

تعتمد العضله الهيكليه في وظيفتها على الالياف العصبيه التي تجهزها بالحوافز اللازمه حيث تمر الدفعات (المثيرات) العصبية القادمة من المخ إلى العضلات الإرادية لينتج العمل , إن الحوافز تأتي من أسفل النخاع الشوكي (spinal cord) ثم إلى الخارج عبر الأعصاب الشوكية (spinal nerves) المناسبة إلى العضلات , ولكن بعض عضلات الرأس والوجه تصل أليها اعصاب من المخ (carnial nerves) مباشرة , وبشكل عام تحتوي العضلة على زوج من الأعصاب أحدهما يحمل الأحساسات (الحوافز) (العصب الوارد - الحسي) الى الجهاز العصبي المركزي والأخر (العصب الصادر - الحركي) ويسمىالعصب الحركي لإنه يحمل الأوامر بالحركة .

ويتشابه العصبان في التركيب والوظيفة ويقومان بنقل الحوافز , وحين يقترب العصب الحركي من العضلة تخرج منه ألياف عصبية التي تخترق غشاء الليفه العضلية ثم تتفرع داخلها (اي داخل العضلة) عندها يتحور سائل الليفه العضلية التي أخترقها العصب (الليفه العصبية) مكوناً ما يسمى باللوح الطرفاني (أو منطقة الأتصال العصبي العضلي) ولهذه المنطقة أهمية كبيرة في نقل الأشارات العصبية الحركية للعضلة والتي تسبب التقلص العضله , وتغذي كل ليفة عصبية حركية (٣:١٠٠) ليفه عضلية وإن تحفيز أي ليفه عصبية يولد إشارة عصبية ويحدث تقلص في جميع الألياف العضلية التي يغذيها ويطلق على الليفة العصبية ومجموعة الألياف العضلية التي تغذيها تسمية (**الوحدة الحركية**) ويتوقف عدد الالياف العضلية في الوحدات الحركية على دقة وظيفة العضلي فكلما ازدادت دقتها كلما قل عدد الالياف العضلية في الوحدة الحركية.



شكل رقم (١٩) الاعصاب الشوكيه والفعل المنعكس والاعصاب الدماغيه

خصائص العضلات الإرادية

تختلف العضلات الإرادية في اللون فبعضها فاتح ويميل إلى اللون الأبيض تسمى بالعضلات **الارادية البيضاء** والاخرى لونها غامق تسمىبالعضلات **الارادية الحمراء**.

اولا- العضلات الإرادية البيضاء

تتميزهذه العضلات بما يأتي :

- أغشيتها كبيرة وقوية
- تكون سميكة وتحوي على كمية أقل من السائل الليفي .
- تخطيطها العرضي واضح أما الطولي فلا يمكن تمييزه بسهولة .
- تحتوي على كمية أكبر من(ATP و CP إضافة إلى ألياف عاليه من (المايوفيرين) ,الفسفور , الكلايكوجين)
- قلة نشاط الأنزيمات للطاقة اللأوكسجينية للكلايكوجين .
- قلة نشاط انزيمات الأكسدة للأحماض الدهنيه.
- نشاط أنزيم ATP أكبر من الألياف الحمراء
- عدد بيوت الطاقة (الميتاكوندريا) أقل من الحمراء .
- عدد الشعيرات الدموية بكل ليفة أقل من الالياف الحمراء.
- سريعة التحفيز وتتميز بالانفعال العالي .
- سريعة الأنقباض بسبب مورفولوجيتها الخاصة وتركيبها يساعد على السرعة لكونها تحتوي على خلايا عصبية ذات أجسام أكبر حجماً ومحورها أكبر , مما يقلل من مقاومة سرعة الإشارات العصبية , وعدد فروعها العصبية أكبر وهذا له تأثير في سرعة التوصيل (من الناحية الوظيفية) وسرعة تردد الإشارات العصبية .
- تحتاج إلى **درجة أعلى من التحفيز** لذا يجب أن تستخدم حوافز بدرجة عالية تسمح بإستثارة الوحدات الحركية السريعة للعمل , وتمتاز الوحدات السريعة بعدم مشاركتها في الأنقباض العضلي الضعيف الأقل من ٦٠-٧٠% من القوة والسرعة القصوى .

- تحضير **الطاقة اللأوكسجينية العالية والقصيرة** مع بناء حامض لاكتيك عالي وقلة القدرة على التعبئة أثناء الحمل الأقل من القصوي أو المتوسط وزيادة التعبئة أثناء العمل لفترة قصيرة .

ثانياً - العضلات الاراديه الحمراء

وتتميز بما يأتي :

- **الألياف الحمراء رفيعة غير ظاهرة ذات أقطار متغيرة**
- **بطيئة التحفيز** وكذلك تتقلص ببطيء وبقوة .
- **تحافظ على تقلصها مدة أطول بالمقارنة مع العضلات ذات الألياف البيضاء,** لذا توجد في الأجزاء التي تحتاج حركتها إلى التقلص لفترة طويلة لكونها أقل تحفزاً من الالياف البيضاء .
- **تحتوي على كمية أكبر من المايوكلوبين , اذ** تحوي على خمسة أضعاف من المايوكلوجين الذي يعد من المواد المخزونة في الالياف العضلية **والمايوكلوبين (كريات بروتينية حمراء مع الحديد يوجد في العضلة ويحمل الأوكسجين , حيث يخزن الأوكسجين الأضافي ويعمل كأحتياطي) .**

$$\mathbf{Mgb + O2} \rightleftharpoons \mathbf{MgbO2}$$

مايوكلوجين

ويتميز المايوكلوجين بأتحاده بالأوكسجين بشكل أفضل من الهيموغلوبين عند أنخفاض الضغط الأزموزي لـ O_2 حيث يزيد من قدرة العضلة على التمثيل الغذائي معتمداً على الاوكسجين مما يجعله أكثر تحملاً للعمل .

- **تحوي على بيوت الطاقة (الميتاكوندريا) بنسب عالية ,** لذلك فإنها تكبر بشكل أكثر من الالياف البيضاء لوجود الطاقة فيها بشكل أعلى وأكثر وتتضخم بالتدريبات ذات الشدة الواطئة والتي تستمر لفترة طويلة (التي تعتمد على النظام الأوكسجيني) .
- **تحوي على كمية عالية من الكلايكوجين العضلي.**
- **نشاط الأنزيمات فيها عالي وتمتاز بصفة الأكسدة**
- **غنية بشبكة من الأوعية الشعرية**

- زيادة في القدرة على التعبئة للحمل الأقل من القصوي والمتوسط والعمل لفترة طويلة .

- والالياف الهيكليه الحمراء تنقسم الى:

- الالياف الحمراء البطيئه

- الالياف الحمراء السريعه

ثالثاً : هناك نوع ثالث من الألياف العضلية الهيكلية

يجمع بين الألياف الحمراء والبيضاء وتميل صفاته إلى هذا النوع أو ذاك حسب المتغيرات الكيمياوية .

انواع العضلات الهيكليه وفق عملها

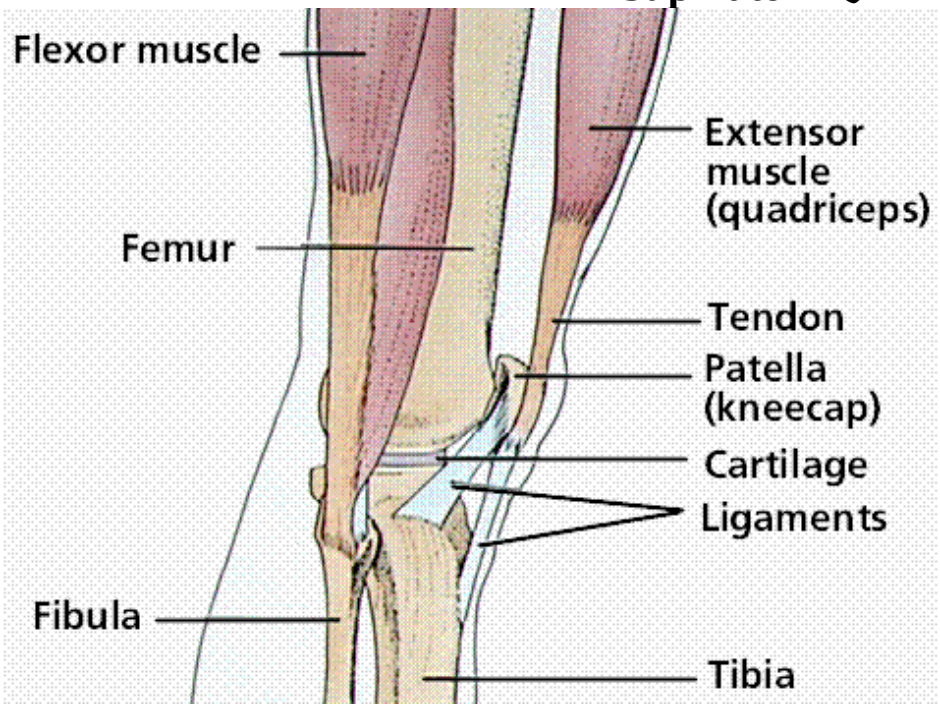
لكل مفصل عضلاته التي تحركه في كل اتجاه , كذلك تقوم العضلات في تثبيت المفاصل (كما في عضلات الأطراف السفلى) , شكل (٢٠) .

ان القليل من العضلات الإرادية لا ترتبط بالعظام ولكنها تتخذ لنفسها مكاناً داخل الأنسجة الرخوة , ويوجد العديد من هذه العضلات في الوجه حين يؤدي انقباضها إلى تغير في شكل الفم والعين والوجه عند الكلام أو الأكل أو عند التغيير بالملامح .

توجد العضلات في طبقات متعددة العمق وان العضلات التي تثني المفاصل تسمى بالعضلات المثنية (flexors) والعضلات التي تبسط المفاصل تسمى بالعضلات الباسطة (Extensors) ولكن هذا لا ينطبق على مفصل العقب (Ankle) فهو مفصل منحني إلى الأمام وينثني عندما تمد أصابع القدم (Toes) وينبسط عندما تقف, أما العضلات المبعدة هي التي تحرك الجسم بعيداً عن الأجزاء المجاورة لها (Abductor) والعضلات المقربة (Addoctor) فتعمل عكسها أي تقرب الأجزاء إلى الداخل , كذلك يتميز الساعد بأداء حركات خاصة فالعضلات التي تجعل راحة اليد إلى الأسفل تسمى بالعضلات الباطحة (pronator) أما العضلات التي تدير راحة اليد إلى الأعلى فتسمى بالعضلات الطارحة (supinater) .

وبذلك فأن العضلات تقسم وفق عملها الى :

- **العضلات الضامه (الثانيه)Fixor**
- **العضلات اماده (الباسطه) Extensor**
- **العضلات المقربهِ Adductor**
- **العضلات المبعدهAbductor**
- **العضلات المدوره Rotator وتشمل**
- **الباطحه Pronator**
- **الطارحهSupinator**



شكل رقم (٢٠) يبين انواع العضلات الهيكليه وفق عملها

انواع العضلات الاراديه وفق شكلها وتنظيم اليافها

- الريشيه

تشبه شكل الريشه وننجه بشكل مائل من المنشآ الى المدغم من جهه واحده او من الجهتين .

- المتوازيه

تتجه اليافها بشكل متوازي من المنشآ الى المدغم وتكون بشكل رباعي الاضلاع او على شكل شريط .

- المثلثه

تكون مسطحه تشبه المروحه اليدويه تتجمع الياقها من المنشآ الى المدغم كالمروحه .

- المغزليه

تشبه المغزل حيث تتباعد اليافها عند المنشآ وتتقارب وسط العضله تحو المدغم .

من الجدير بالذكر ان لاتجاه العضله اهميه كبيره في تحديد اتجاه السحب والذي يتم في المحور الطولي للالياف العضليه فقط , ولمعرفة اتجاه الالياف يجب معرفة منشآ ومدغم العضله الذين ينتهيان بوترين قصيرين , حيث يبقى وتر الارتكاز ثابت اثناء الحركه والثاني اي المدغم يكون اطول حيث يمثل وتر العمل الذي يتحرك في اتجاه خط السحب للالياف العضليه نحو المنشآ .

ثانيا - العضلات الملساء (اللاإرادية)

تتكون من خلية واحدة طويلة نواتها مركزية والمادة الحية (الهيولي) متجانس , ولذا سميت بالعضلات الملساء ,وتتجمع أليافها على شكل حزم وتتكون هذه العضلات من خلايا أو ألياف مستطيلة لاتحتوي على خطوط مستعرضة , وهي غير متصلة بالهيكل العظمي كما في العضلات المخططة , شكل (٢١).

تكون ألياف العضلات اللاراديه طويلة ورفيعة تمتد بشكل متوازي (parallel) مع بعضها حيث تشكل خلايا العضلات وتتكون من النواة

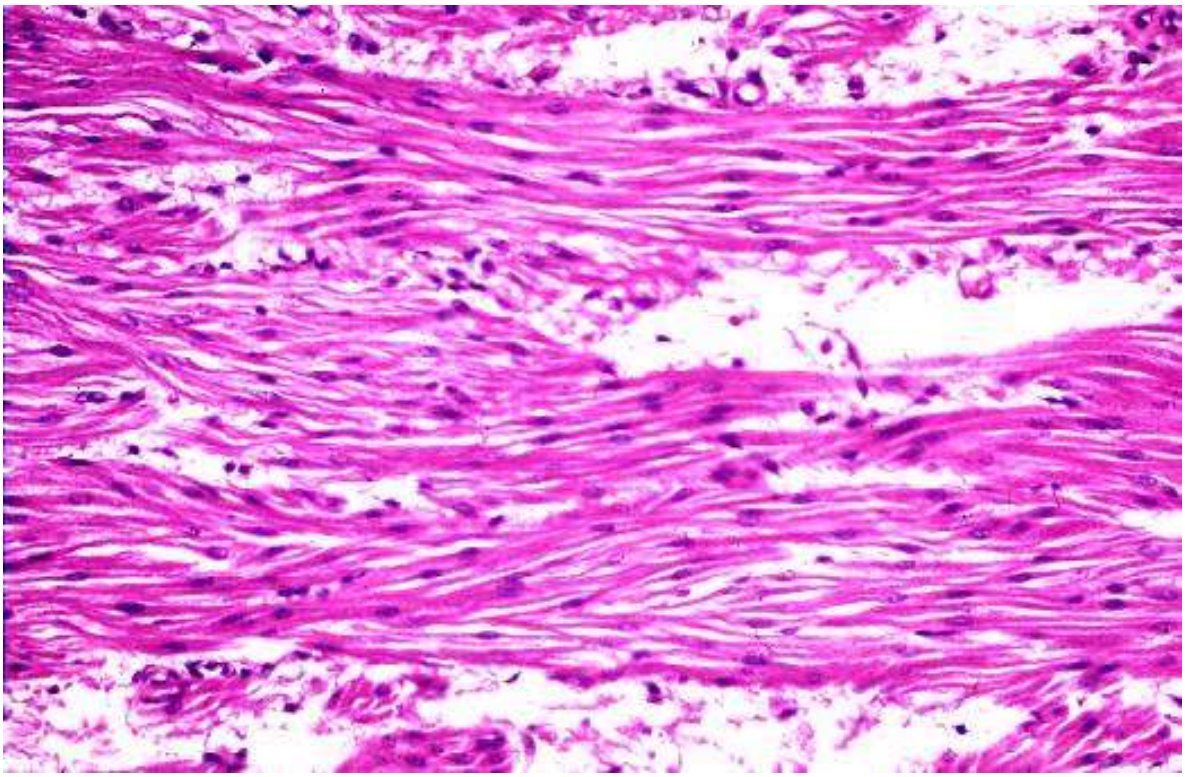
(nucleus) ومـن بلازمـا الخليـة فـي شـكل مغـزل طويـل ، وهـذه العضـلات أليافهـا وأنسـجتها ناعمـة لـذلك تسـمى (بالأنسـجة الناعمـة) للتفريق بينها وبين ألياف العضلة المخططة.
تغطي هذه العضلات في الغالب جدران الاجهزه الداخليه الاعضاء (المجوفه) , و تحيط بجميع الأعضاء المجوفة مثل (المعده و الإمعاء والقصبة الهوائية والأوعية الدموية , المثانه , الرحم) , وتكون جزءاً كبيراً من سمك الشرايين , حيث تساعد في المحافظة على ضغط الدم عند المستوى الطبيعي , كذلك تزود كل بصيلة شعر بعضله لاارادية دقيقة يكون انقباضها مسؤولاً عن حركة الشعر ,وهذه العضلات تنمو قبل غيرها في الكائنات الحية ولا نستطيع تحريكها بإرادتنا لذا سميت بالعضلات اللإرادية.

العضلات الملساء (اللاإرادية) والتجهيز العصبي nvolunatry

تنقبض العضلات الملساء(اللارادیه) تلقائياً وتعمل بشكل ذاتي ,وهي تقوم عادةً بالوظائف الداخلية للجسم.
.تتميز العضلات بشكل عام بخاصية التقصير وقدرتها على التقلص حيث يتم سحب الأنسجة المرتبطة مع نهايات العضلة فتقترب مع بعضها البعض ، أما في حالة الخطوط الدائرية للعضلة اللاإرادية (كما هو موجود في جدار الأمعاء) فإن تأثيره يتم بتضيق التجويف الموجود في وسطها وهكذا تدفع محتوياتها إلى الخارج .
إن العضلات اللاإرادية تصدر لها الأوامر من الجهاز العصبي الذاتي (Autonomic-system) وهو جزء من الجهاز العصبي المحيطي ، ولا تتحكم في حركة هذه العضلات الإرادة الشخصية .

تختلف العضلات الملساء عن المخططة بما يأتي :

- العضلات الملساء أبطأ من العضلات المخططة .
- العضلات الملساء تستهلك طاقة أقل من العضلات المخططة .
- العضلات الملساء تستمر في التقلص فترة أطول من العضلات المخططة .

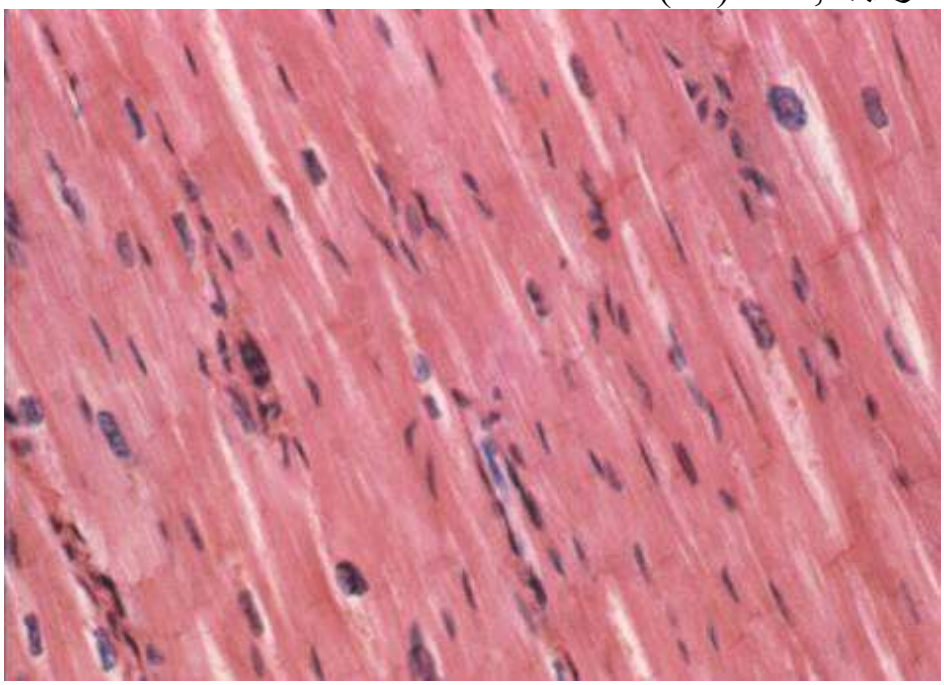


شـــكل رقـــم (٢١) يبـــين تركيـــب العضـــلات الملســـاء (اللاراديه)

ثالثا- العضلة القلبية

هـي أهـم عضـلة فـي الجسـم ، حيـث تتكـون مـن أليـاف عضـلية مرتبـة ومتشـابكة بطريقـة معقدة تحـوي علـى نـواة مركزيـه وتمتـاز العضـلات القلبيه عن غيرها بوجود اقراص بينيـه تسـاهم فـي تقويـة النسيج وتجعل عضلات القلب تنقبض كوحده واحده , وهـي عضـلة علـى درجـة عاليـة من القوة ، وذلك لإنها تعمل عملاً شاقاً ومستمراً وبدون راحـة .فالعضـلة

القلبية تتوسط النوعين العضليين من حيث التركيب والوظيفه حيث تشابه العضلات الهيكليه كونها عضلات مخططه كما تشبه العضلات اللاإرادية في عملها الذاتي غير الارادي ,وتعمل بدون حاجتها الى الحوافز من الجهاز العصبي المركزي وتختلف عنهما كون خلاياها (أليافها العضليه) غير منفصله عن بعضها ومتصله مع بعضها ومتواصله بشكل يظهر العضله وكأنها تركيب واحد متعدد النوى والذي يطلق عليه (syneytium) تتفرع وتتفاغر مع بعضها خلال جسور المادة الحية , ولهذا السبب فآن الحافزيحدث تآثيرا واحدا على جميع الخلايا العضليه في العضله القلبيه وفي ان واحد ,اي ان جميع اليا ف العضله القلبيه تنقلص مره واحده في كل ضربه قلبيه، وهذا مايجعل عمل العضلة القلبية اي (تقلصها) يحدث بشكل أقل تعباً , وينتشر التقلص في جميع أجزائها ولا تستجيب العضلة القلبية لمنبه ثاني عندما تكون في حالة تقلص وهذا أمر ضروري لعملها والذي يتطلب هذا التركيب , شكل (٢٢) .



شكل رقم (٢٢) يبين تركيب العضله القلبيه

خواص الالياف العضليه بشكل عام

- القدرة على الاستجابه للمؤثرات

- القدره على نقل التغيير الناتج عن الحافز من نقطه الى اخرى اي لهه قابلية التوصيل

- القدره على التقلص والانبساط

- قدرة المحافظه على شكلها (اي لها صفة اللزوجه)

وعند تقلص العضله تنتج حراره اذا لم تقصر اليافها , ولكن عند قصر اليافها فآن جزء من الطاقه الناتجه يتحول الى عمل ميكانيكي (نشاط) والباقي يظهر على شكل حراره .

الجزء التقلصي في الليفه العضليه

تتميز مادة البروتوبلازم في جميع خلايا الجسم بخاصية القدرة على التقلص وتزداد هذه الخاصيه في الليفه العضليه , لان التركيب الكيميائي الطبيعي للجزء التقلصي في الليفه العضليه لايختلف عن تركيب البروتوبلازم .

تنتظم اللويفات في الحاله الطبيعيه بشكل طولي حيث تعطي الشكل الخيطي وتتصل الاجزاء المتجاوره بعقد وعلى ابعاد متساويه مكونه شبكه , وان اي مؤثرسواء كان ميكانيكيا او حراريا او كيميائيا او كهربائيا يؤثر على هذا التنظيم ويسبب قصرا في طول اللويفه اي (تقلصا) , وتتكون العضله من الالاف الوحدات العضليه (الالياف) التي تنتظم بشكل متوازي او متوالي حسب وظيفة العضله وتتجمع الالياف العضليه على شكل حزم يغلفها غشاء ضام ثم تتجمع لتكون حزم اكبر يغلفها غشاء اكثر متانه وهكذا تتكون العضله .وتتقلص العضله عندما تقصر اليافها ولا تقصر الياف العضله في اقصى تقلص لها عن (٥٥- ٦٥%)من طولها الكلي .

المواد الداخلة في تركيب العضلة

يدخل في تركيب العضلة المواد الأتية :

- الماء ويشكل ٨٠% .

- المـواد الزلاليـة وتشـكل نسـبة (١٤ – ١٦ %) مـن وزن العضلة

- المواد النشوية ، الدهون , الأملاح العضوية وغير العضوية وتشكل نسبة (٥%) من مواد العضلة .

هذه المواد بعضها يدخل في تركيب (تكوين العضلة) والأخر يساهم في إنتـاج الطاقـة اللازمـة للنشـاط مثـل (الأمـلاح المعدنيـة ، البوتاسـيوم ، الفوسـفور ، الكلـور ، الصـوديوم ، المغنيسـيوم ، الكالسـيوم) وكـذلك السكريات والدهون ويشكل الكلايكوجين(١٣- ١٥) غم / ١كغم من وزن العضلة .

- توجـد مـواد أخـرى مهمـة لإنتـاج الطاقـة مثـل ثلاثـي فوسـفات الأدينوسين ATP وكذلك فوسفات الكرياتين CP والتي تتميز بأنتاج الطاقة السريعة للنشاط العضلي ولها اهميه كبيرة في انتاج الطاقه اللازمه للعضله عند تقلصها .

.

<u>- المواد البروتينيه وتنقسم الى</u>

- مواد ذائبه في سائل الليفه العضليه والتي تساعد في بناء مادة العضله ونموها

- مواد صلبه لها اهميه كبيره في الوظيفه العضليه **واهمها (الميوسين ,الاكتين ، والاكتوميوسين)**

<u>- الميوسين</u>

يشكل الميوسين ٤٠% من المواد البروتينية لليفة العضلية وتتكون جزيئاته من سلاسل .

<u>- الاكتين</u>

يشكل نسبة ١٢-١٥% من المواد البروتينيه للعضله ويظهر على حالتين اما خيطي او كروي , وذلك حسب الوسط الموجود فيه وهو ايضا قابل للتحول من حاله الى اخرى .

<u>- الاكتوميوسين</u>

هو اتحاد الميوسين مع الاكتين بنسبة ١:٣ويوجد بحاله خيطيه او كرويه

وتحتوي العضله مواد بروتينيه اخرى تتحول الى الميوسين عند الحاجه .

- هيموكلوبين العضله (المايوكلوبين)

هي ماده حمراء اللون يكثر وجودها في الالياف العضليه الحمراء , لها القابليه على حمل الاوكسجين اكثر من هيموغلوبين الدم, ويعد هيموغلوبين العضله من العوامل المهمه في النشاط العضلي وتقل نسبته اذا توقف العمل العضلي .

- الكلاكوجين (النشا الحيواني)

يوجد بنسبة (٠،٥)غرام /١٠٠غرام من وزن العضله , وتحتوي عضلات الجسم بكاملها حوالي(١٥٠- ٢٥٠) غرام من النشا الحيواني حيث تحتوي الالياف الحمراءعلى (٣/٢- ٥/٣) ماتحويه الالياف البيضاء , وتنخفض نسبة الكلاكوجين عند تقلص العضله , وقد يختفي اذا ازداد النشاط وعند التعب , ويعود بعد الراحه الى نسبته الطبيعيه .
يتحلل الكلاكوجين لانتاج الطاقه اللازمه للنشاط العضلي فيتحول الى الكلوكوز والى حامض اللبنيك الذي يتراكم في العضله بعد اداء الجهد البدني ويحدث التعب عندما تبلغ كمية حامض اللبنيك حدا معين (اكثرمن ١٠٠ملغم) .

المبحث الثانى
فسيولوجيا الحركه

الحركه هي الصفه الحيويه في الجسم والتي تنتج عن تقلص عضله او مجموعة عضليه ,وتبلغ كتلة العضلات ٣/١ كتلة الجسم وتزداد هذه النسبه عند الرياضيين الى٥/١ .

يسمى التقلص العضلي الذي يتم بتقصير طول الالياف العضليه (**التقلص المركزي)** اما التقلص الذي لايؤثر على طول الالياف العضليه فيسمى (**التقلص الثابت)** حيث تبقى العضله على طولها الاعتيادي , ويحدث احيانا **تقلص مختلط** حيث يتغير طول العضله وشدة تقلصها في ان واحد .

يختلف عمل العضله الحركي عند العمل **العضلي الثابت** وهو يؤدي الى التعب السريع وذلك بسبب التقلص المستمر الذي يقلل من كمية الدم الوارده الى العضله نتيجة ارتفاع الضغط داخل النسيج العضلي بينما في **العمل الحركي** يتناوب تقلص المجموعات العضليه لذلك لايحدث التعب .

تغيير طول العضله وشدة تقلصها يتم بواسطة الحوافز العصبيه ويستمر العمل العضلي باستهلاك الطاقه وتزداد شدة التقلص بزيادة شدة المنبه العصبي وازدياد عددالالياف العضليه المشاركه في التقلص .يتوزع الجهد العضلي على الالياف العضليه بحيث لايحدث تعبا سريعا واجهادا ويمكن زيادة قوة التقلص العضلي بتحديد وقت العمل ثم الراحه .

ان قوة العضله لاترتبط بعدد الالياف العضليه المشتركه ومساحة العضله بل **على الحوافز التي تصل من الجهاز العصبي المركزي ومن** الجهاز العصبي الذاتي التي تعمل على التأثير على التقلص وكذلك توقف العمل العضلي .

العمل العصبي العضلي

يحدث التقلص العضلي عندما تتقلص اليـاف العضـلات, وحين يقتـرب العصـب الحركـي من العضـلة تخـرج منـه أليـاف عصـبية التـي تختـرق غشاء الليفه العضلية ثم تتفرع داخلها (اي داخل العضلة) عندها يتحور سائل الليفه العضلية التـي أخترقهـا العصـب (الليفـه العصـبية) مكونـاً مـا يسمى بـاللوح الطرفـاني (أو منطقـة الأتصـال العصـبي العضـلي) ولـهذه المنطقة أهمية كبيرة في نقل الأثارات العصبية الحركيـة للعضـلة والتـي تسبب التقلص العضلي ,

.منطقـة اتصـال الليفـه العصـبية بالعضـلة تسـمى ب (**اللـوح الطرفـانـي النهـائي**) وتنتقل الإثـارات العصـبية مـن العصـب الحركـي عبـر اللـوح النهـائي ليفـرز مـادة كيمياويـة تسـمى (**اسـتيل كـولين**) التـي تصـنع فـي سايتوبلازم الاعصاب الحركيه حيث يخزن في حوصلات خاصـه بـذلك .عندما يصل المنبه الى نهاية العصب الحركي تطلق كميـه مـن الاسـتيل كولين في الحيز الواقع بين النهايـات العصـبيه والخليـه العضـليه لينتشـر في الحيز ويتحد مع مستقبلات بروتينيه فـي غشـاء الخليـه العضـليه ممـا يسبب تحفزهـا ويولـد منبـه الـى داخـل الخليـه العضـليه خـلال الانيبيبـات المستعرضـه , وكآسـتجابه لـذلك تطلـق آيونـات الكالسـيوم مـن الشـبكه البلازميـه العضـليه فـي سـايتوبلازم الخليـه العضـليه , ممـا يـؤدي الـى تنشيط انزيم ATP ase الموجود في نهايـات لويفـات الميوسـين وتوليـد الطاقـه اللازمـه لتكـوين جسورعرضـيه بـين خيـوط الاكتـين والميوسـين ويسـتمر هـذا الانقبـاض بتـوفر الكالسـيوم , وعنـد عـودة الكالسـيوم الـى الشبكه الاندوبلازميه ثانية تتحطم الجسور العرضيه وتسترخي الالياف العضـليه , ثـم يقـوم انـزيم (كـولين اسـتيراز) الـذي يوجـد فـي اغشـية الصفيحه العضليه بتفكيك مادة الاستيل كولين لإبطـال مفعولهـا وإيقـاف الأنقباض العضـلي فيحصـل الأنبسـاط (الراحـة) وهـذا يمنـع الانقبـاض المستمر وبذلك يحمي العضله من الاجهاد العضلي .

الوحده الحركيه motor unit

تغذي كل ليفه عصبيه حركيه (١٠٠:٣) ليفه عضليه وان اي تحفيز لليفه العصبيه تتولد اشاره عصبيه , ويحدث تقلص جميع الالياف العضليه التي تغذيها , **ويطلق على الليفه العصبيه ومجموعة الالياف العضليه التي تغذيها (الوحده الحركيه)** ويتوقف عدد الالياف العضليه في الوحدات الحركيه على دقة وظيفة العضله , وكلما ازدادت دقة حركتها كلما كلما قل عدد الالياف العضليه في الوحده الحركيه .

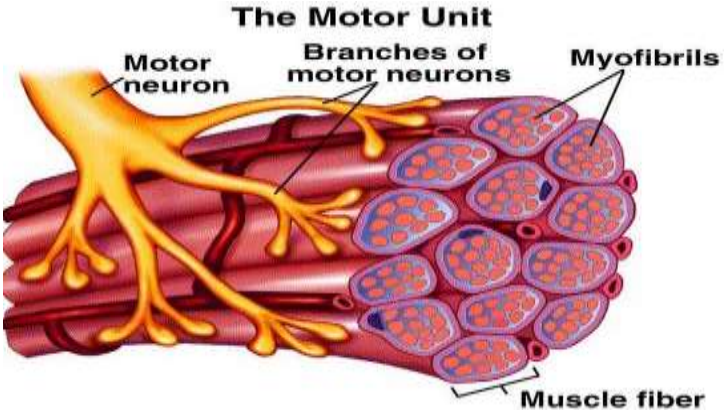
العضله الهيكليه تتكون من عدة الياف ويختلف عدد هذه الالياف تبعا لنوع العضله وحجمها وقد يبلغ (٣٠٠٠-٤٥٠٠) ليفه عضليه وتجهز هذه الالياف بآلياف عصبيه حركيه البعض منها تجهزه ليفه عصبيه واحده وبعضهما اثنان او اكثر وهذا يعود الى نوع وحجم وطول الالياف العضليه ,الا ان التجهيز العصبي للالياف العضليه مرتب على قاعدة (الوحدات المجمعه) اي ان لكل ليفه عصبيه واحده مجموعه من الالياف العضليه يتراوح عددها (١٥٠) ليفه عضليه وهذه المجموعه تشكل وحده واحده يطلق عليها **الوحده الحركيه للعضله (motor unit)** , شكل (٢٣) **ويمكن تعريفها** :

مجموعه من الالياف العضليه والعصب او الاعصاب المجهزه لها وتختلف عدد الوحدات الحركيه في العضلات وقد يصل الى (٥- ١٠) وحده اويزيد عن هذا الحد في العضلات الاخرى وفقا لحجم ووظيفة العضله.

تنشآ الليفه العصبيه الواحده من خليه عصبيه واحده موجوده في الماده السنجابيه للجهاز العصبي المركزي وتتجمع عادة هذه الخلايا (التي تكون الالياف العصبيه الحركيه) مكونه مجموعه من الخلايا تسمى (مركز العصب) ويطلق عليها ايضا البركه العصبونيه المحركه وقد تنحصر في موقع معين في النخاع الشوكي اوتمتد الى اجزاء النخاع الاخرى المجاوره .

ان تحفيز خليه او ليفه عصبيه للعصب المحرك بمحفز ذو قوة كافيه يحدث تقلصا في الالياف العضليه التي يجهزها ذلك العصب اي يحدث فعلا في وحده حركيه واحده في تلك العضله , اما اذا شمل تآثير التحفيز اثنين تتقلص وحدتان واذا اكثر من ذلك زاد عدد الوحدات

الحركيه المتقلصه في العضله الواحده واذا شمل المحفز جميع الالياف العصبيه في العصب المحرك يسبب تقلص جميع الوحدات الحركيه في العضله الواحده اي يحدث تقلص عضلي تام في العضله الهيكليه بكاملها وهذا يفسر ظاهرة التدرج في قوة التقلص العضلي في العضلات الهيكليه .



شكل رقم(٢٣) يبين الوحده الحركيه

<u>نقل المثيرات العصبيه للعضله</u>

تنقل الاثارة العصبية من الجهاز العصبي المركزي (المخ والحبل الشوكي) ثم إلى الجهاز العصبي المحيطي ثم إلى الألياف العصبية حيث توصل نهايات الأعصاب الحركية إلى خلية عضلية مما يسبب حدوث التفاعلات الكيمياوية التي تحقق الأنقباض العضلي حيث.**إن لكل عضلة عصبين** :

- **عصب وارد (حسي)** .
- **عصب صادر (حركي)** .

يتشابه العصبان في التركيب والوظيفة ويقومان بنقل الحوافز وعلى الرغم من تشابه تكوين **الخلايا العصبية فإنها تنقسم إلى ثلاثة أنواع لكل منهما وظائفه وتركيبه :**

- الخلايا العصبية الموردة (الحسية)
تنقل الإثارات العصبية من خارج الجسم إلى داخله عبر المستقبلات الحسية المختلفة ومن نتوءات الخلايا العصبية الأخرى .

- الخلايا العصبية المصدرة (الحركية)
:تنقل الإثارات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى الأجهزة والأعضاء الخاصة بالحركة وتوجد أجسام الخلايا العصبية الحركية للعضلات الهيكلية في النخاع الشوكي في أهداب ومحور الخلايا العصبية .

- الخلايا العصبية الداخلية :
هي أقل الخلايا العصبية حجماً وتقوم بربط الخلايا الحسية والحركية وتحقق تأثيرها على المستوى الأفقي وليس أسفل – أعلى أو بالعكس ونظرا لتعدد محاورها , لذا فإنها تستطيع تنبيه عدد أكبر من الخلايا العصبية في وقت واحد

التقلص العضلي
تعمل العضلات جميعها بنفس الطريقة مهما كان نوعها , وذلك عن طريق التقلص والإنبساط وعندما تتقلص العضلة يقل طولها بمقدار ٥/١ تقريباً من طولها الكلي .
إن جميع أنواع العضلات سواء كانت مخططة أو ملساء (إرادية أو غير إرادية)لا تتقلص إلاّ ان تستثار, والمثير رسالة تمرر إلى العضلة عن طريق الأعصاب , وتأتي هذه الإيعازات من المخ في حالة العضلات الإرادية , أما في العضلات غير الإرادية فتتلقى رسالتها من الجهاز العصبي السمبثاوي (الجهاز العصبي الذاتي) في العنق والصدر والبطن .
عندما تنقل الأعصاب إيعازاً ‘الى العضلة تتحول الطاقة الكيميائية (الموجودة أصلاً في الخلية) إلى طاقة ميكانيكية (حركيه)عبر آلية معينة , ففي العضلات المخططه ينطبق قانون عمل العتلات عليها

حيث يمثل التقلص العضلي القوه والجزء المتحرك المقاومه ويعمل المفصل نقطة ارتكاز .
يظهر المنبه المحرك للعضله بشكل تيار كهربائي عند منطقة اتصاله بالالياف العضليه في الصفيحه النهائيه (اللوح الطرفاني) والتي تعمل بتآثير الوسيط الكيميائي(الاستيل كولين) الذي يفرز في نهاية العصب من كل فرع من الفروع النهائيه للعصب الحركي ويجهز حوالي (١٠٠) ليف عضلي ويكون معه مايسمى بالوحدة الحركيه للعضله والتي تقوم بتقلص العضله .
يحدث التقلص العضلي عندما تقصر الالياف العضلبه بتآثير المنبه العصبي , والذي ينتشآ من الخلايا الحركيه لقشرة الدماغ ويسير بآتجاه النجاع المستطيل وينتهي في عضلات الجهه المقابله حيث انه كما سبق ذكره في الفصل السابق ان المنبه الناشىء من الخلايا الحركيه لقشرة الدماغ في الجهه اليمنى ينتهي في عضلات الجهه اليسرى للجسم والعكس صحيح , والمنبه ينتقل حتى نهايته بالصفيحه العصبيه والتي بدورها تنقل الايعاز الى الالياف العضليه, ولا تسمح الا للمنبه العصبي الحركي ذو الشده المعلومه والكافيه لتنبيه الليف العضلي ولا تتم استجابة الليف العضلي ولا يتقلص عندمايكون المنبه بشده منخفضه.
عند تقلص العضلة بأكملها وبعد عدة تقلصات (كما في حالة الجهد علي الشده) يصيب العضلة التعب وهذا يرجع إلى تراكم حامض اللبنيك حيث يتجمع في العضلات وعند الراحة يتلاشى هذا الحامض ويذهب قسم منه عبر الأوردة حيث يتم اتلافه في الكبد وبوجود الأوكسجين ,حيث يتم تأمين كمية أوكسجين إضافية لهذه العمليات عن طريق التنفس السريع والعميق الذي يحدث أثناء التمرينات الشديدة .

<u>مصادر الطاقه للانقباض العضلي</u>

مصدر الطاقه المتحوله في العضله هو المواد الغذائيه حيث ان ٤٠% من الطاقه في العضلات تآتي عن طريق التمثيل الغذائي الذي يتم في العضلات وترتفع هذه النسبه الى ٩٠%في حالة الجهد .

تحصل الخلايا العضليه على طاقتها من جزيء ATP الذي يحوي روابط فوسفاتيه غنيه بالطاقه ومن فوسفات الكرياتينCP, ويوجد هذا المركب في الخلايا العضليه بكميات محدوده , وهو يزود جزيء ADPبمجموعة فوسفات ويعاد تكوين ATP بأستمرار.
عند نفاذ مخزون فوسفات كرياتين, كما يحدث اثناء النشاط العضلي فان تلك العضلات تعتمد على التنفس الخلوي كمصدر طاقه للحصول على كميات كبيره من ATP .
تحتاج الخليه العضليه ايضا للاوكسجين الذي يحمل في خلايا الدم الحمراء بواسطه الهيموجلوبين (الميوجلوبين myoglobin) الذي يوجد في الخليه العضليه.

انواع التقلص العضلي

ينقسم التقلص العضلي الى :

اولا – التقلص الثابت الشد (ISOTONIC CONCTRATION

فيه يقل طول العضله عندما ترفع ثقلا معينا ثابتا فتنجز شغلا (الشد العضلي يبقى ثابتا اثناء التقلص) .

ثانيا- التقلص ثابت الطول ISOMETRIC CONCTRATION

فيه يبقى طول العضله ثابت ولا يقصر ولا ينجز شغلا لان العضله لاترفع ثقلا بالرغم من زيادة الشد العضلي فيها الى الحد الاقصى اثناء التقلص .

التقلص العضلي البسيط SIMPLE MUSCLE TWICH

اذا حفزت العضله مباشرة او بوساطة العصب الحركي فأنها تتقلص تقلصا بسيطا يتمثل بحركه آليه خاطفه تسمى (التقلص العضلي البسيط) الذي يستغرق فتره زمنيه معينه ومن ثم يعقبه الارتخاء العضلي .

ادوار التقلص العضلي

تمر العضله اثناء التقلص العضلي بثلاثة ادوار هي:

اولا - دور الكمون LATENT PERIOD :
والذي يتمثل بالفتره الزمنيه المستغرقه بين لحظة التحفيز وبدآ التقلص ومدتـه اعشـار الثانيه ويتحـدد حسـب نـوع الكـائن الحـي ونـوع العضـله المحفزه ولاتظهر في هذا الدور اي حركـه آليـه وتبقـى الحركـه ظاهريـا كامنه وكآنها غير متـآثره ولكن تحصـل فيهـا تغييرات غير آليـه مثلاً (كهربائيـه او تهيجيـه اوكيمياويـه) . وفـي هـذه المرحلـه يـتم نقـل القـدرة الحركية من العصب الحركي إلى الخلايا العضلية والترابط الكهربـائي .

ثانيا - دور التقلص العضلي
اي انقباض الألياف العضلية (Myofibren) وفي هذه المرحلـه تظهر العضـله حركـه خاطفـه ويقصـر طولهـا ويـزداد سـمكها وتبقـى فـي هـذه الحاله حوالي (٠،٠٤) من الثانيـه يعقبهـا مباشـرة الـدور الاخيـر حيـث تنتهي الحركه.

ثالثا - دورالأرتخاء العضلي
يرجع طول العضله وسمكها الى حالة قبل التحفيز ويستغرق ذلك حوالي(٠،٠٥)من الثانيه .

ظاهرة التدرج فى التقلص العضلي
اذا تم تحفيز العضله بمحفز معين تظهر تقلصا ذي قوه معينه , واذا زادت قوة التحفيز يزداد التقلص تبعا لذلك , اي يزداد التقلص بآزدياد قوة المحفز (تناسب طردي).ولكن هذا التناسب يتوقف عندما تصل قوة التقلص حدا معينا , حيث تثبت قوة التقلص عند حدها الاقصى بدون زياده مهما ازدادت قوة المحفز(قوة تقلص عظمى) ولا تحدث تقلصا اقوى منه مهما ازدادت قوة المحفز .

العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط

اولا- نوع العضله
سرعة التقلص تختلف وفق نوع العضله والالياف المكونه لها ووفقا لذلك يمكن تقسيم العضلات الى مايلي:
- العضلات التي تتميز وظيفتها بالدقه تمتاز بسرعة التقلص كما في عضلات (العين) .

- **العضلات التي تؤدي حركات عامه غير دقيقه** , التقلص العضلي فيها يكون ابطآ كما في(حركات الذراعين والفخذ)
- **العضلات التي تتميز بتغلب الالياف العضليه الحمراء** يستغرق مدة التقلص فيها مدة اطول وهي ابطآ في سرعتها من **العضلات ذات الالياف البيضاء** التي تكون سريعة التقلص , ولكن لايدوم التقلص مدة طويله .

ومن الجدير بالذكر ان جميع عضلات الجسم تكون في حالة مط دائم فآذا قطعت العضله الى جزئين كل جزء يتقلص ويقصر .

- ان قوة التقلص تتناسب طرديا مع **طول الالياف العضليه** الى حد معين لطول الليف , اي ان الالياف العضليه الاكثر طولا تكون اقوى تقلصا وذلك يتوقف على الطول الاساسي للعضله لا طولها بعد المط , لان ذلك يحدث العكس اذا سلطت قوة خارجيه بمط اكثر وتضعف قوة التقلص (المط اكثر من حد معين) بالرغم من زيادة طولها .
- **العضله القلبيه تضعف عندما يزداد اويتوسع القلب** , بسبب الضغط المسلط عليها من الداخل) وهذا ينطبق في الحالات المرضيه فقط اما التوسع الحاصل بسبب التدريب الرياضي له تأثيرات ايجابيه على وظائف العضله القلبيه .

ثانيا- الحراره

الحراره تؤثر على التقلص العضلي البسيط وتزيد من قوة التقلص لفتره قصيره . كما تزيد من قوة وسرعة التفاعلات والتغيرات الكيميائيه ,لذلك تزداد كمية المخلفات العضليه التي تمنع انتقال الحوافز من ليفه عضليه الى اخرى فيتجمع حامض اللاكتيك حول العصب المحرك ولا تصل الحوافز الى العضله حيث ان رفع درجة حراره العضله يعمل على تقصير مدة المنحنى التقلصي (جميع ادوار التقلص العضلي) وذلك يرجع الى ان أرتفاع درجة الحراره يسرع التفاعلات والتغيرات الكيميائيه فى العضله ويقلل من لزوجتها وكثافتها) وتنعكس هذه الظاهره عند تبريدها حيث **ان انخفاض درجة الحراره** يزيد من منحنى التقلص بسبب اطالة جميع ادواره (خاصة الارتخاء العضلى).

أن ارتفاع درجه حرارة العضله الى (٤٥) درجه مئويه سوف يعمل على تخثر معظم بروتيناتها ولا يمكن أعادتها الى الحاله الطبيعيه (ireversible coagulation) فتقصر العضله وتموت ويطلق على هذا التصلب الحرارى (Heat Rigor) .

ثالثا-التعب العضلى Muscle fatigue

يحدث التعب العضلي بسبب تكرار تحفيز العضله بمحفزات متواليه سريعه تضعف قوة التقلص فى العضله وتطول مدة ادوارها (وخاصة الارتخاء) وتتقلص العضله مجددا اذا حفزت بمحفز خارجي وفي الفصول اللاحقه شرح مفصل لآلية حدوث التعب العضلي .

التكزز العضلي

لاتستطيع العضله العمل باستمرار الا لفتره محدوده واذا استمرت بالعمل قسريا سوف تضعف قابليتها على التقلص والانبساط ويقل امتثالها للمنبهات الاتيه من الجهاز العصبيوتصاب بالتصلب وهذا **يسمى بالتكزز العضلي** وقد تكون اسباب التكزز العضلي قلة التغذيه الضروريه للغعضله وتراكم الفضلات السامه او بسبب تعب الجهاز العصبي اضافه الى اسباب اخرى (التهويه الرديئه والجوع والسهر). لكي لاتصل العضلات الى هذه الحالة يجب منح العضلات الراحه الكافيه لكي تتخلص من المواد السامه المتراكمه فيها , ولتقوم باصلاح الخلايا المتهدمه اثناء الجهد وخزن المواد الغذائيه اللازمه للاستمرار في العمل .

الاجهاد العضلي

ان استمرار العضله بالعمل يؤدي الى الاعياء (الاجهاد) وهو اقصى درجات التعب ويظهر عادة بسبب التعب لفترة طويله وبدون راحه . يسبب الاجهاد تسمم داخلي بسبب تراكم الفضلات التي لايستطيع الجسم طرحها خارجا بطرق اعتياديه .

اعراض الاجهاد

- زيادة عدد ضربات القلب

- ارتفاع درجة الحراره
- انحطاط القوة وهذين احيابا
- ضعف المقاومه للامرض لذا تسهل اصابة الجسم بالامراض ويكزن عرضه للجراثيم

التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء التقلص العضلي

يعد التدريب عملية بنائية وحركية تختلف من رياضي إلى أخر وتعتمد على قواعد فسيولوجية ونفسية وتتطلب تكيف في اعضاء واجهزة الجسم كافه ,

إن فاعلية التدريب على الجهاز العضلي هي حصيلة وظائف متعددة الجوانب لتبادل المواد في العضلة أو في الجهاز العصبي , وذلك لتحقيق الهدف الحركي والمسار الحركي الأقتصادي الأمثل , وكما هو معلوم إن التدريب أو النشاط الحركي المقنن علمياً يحقق الأرتقاء بمستوى الرياضي نحو الأنجاز.

لقد فسرت العمليات التي تصاحب تقلص العضلة وأنبساطها على إنها تحول (الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية ميكانيكية) , وهذا يتطلب فهم طريقة حصول هذه التغيرات وعمل النبضات العضلية .

اذا حفزت العضله بمحفز معين بشكل مباشرفي العضله ذاتها اوغيرمباشر بواسطة تحفيز اليافها ففي جميع الحالات تحدث في العضله **عدة تغييرات .**

التغييرات التي تحصل في العضله عند تحفيزها

اولا- التغييرات المورفولوجيه MORPHOLOGICAL CHANGES
ثانيا- التغييرات الكهربائيه ELECTRICAL CHANGES
ثالثا- التغييرات التهيجيه EXCITABILITY CHAGES
رابعا- التغييرات الميكانيكيه MECHANICAL CHANGES
خامسا –التغييرات الكيمياويه CHEMICAL CHANGES
سادسا- التغييرات الحراريه THERMAL CHANGES

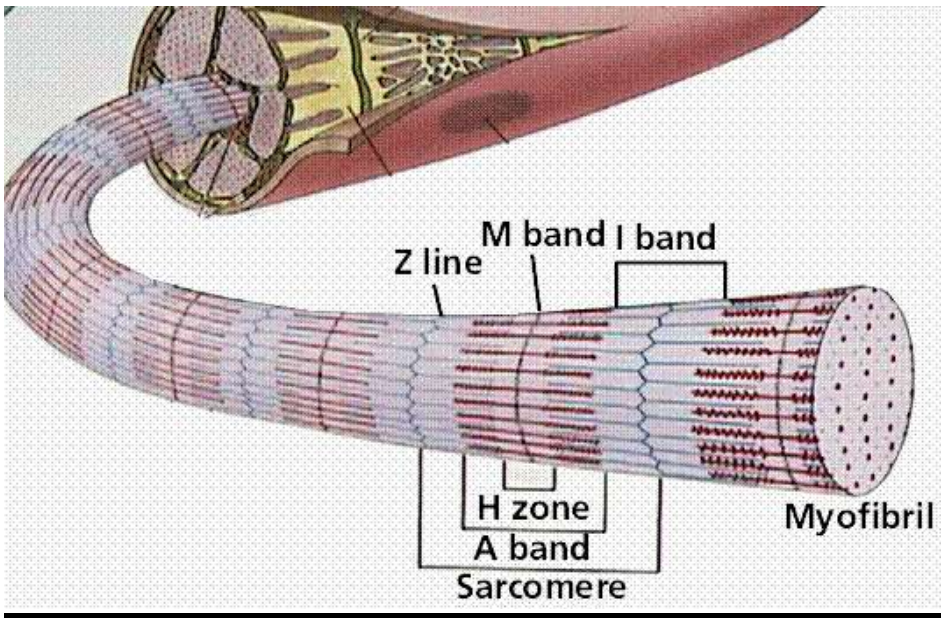
اولا- التغييرات المورفولوجيه

تشمل التغييرات الشكليه التي تطرآعلى العضله عند حدوث التقلص العضلي , أي كيفية حصول الأنقباضات العضلية والأسترخاء ودور الألياف العضلية خلال هذه العمليات .

إن انقباض وأنبساط العضلة يحدث بسبب أنقباض وأنبساط الألياف العضلية المايوفيرين (myofibren) والتي تتكون من الخيوط البروتينية لويفات المايوسين السميكة والتي تمتاز بخاصية المطاطيه العاليه ولويفات الأكتين الرفيعة ,حيث تترتب هذه اللويفات على شكل حزم بحيث تدخل خيوط الأكتين بين خيطين سميكين من المايوسين عمقاً ولحد ⅓ طول المايوسين من كل جهة , وتسمى منطقة المايوسين الخالية من الأكتين بمنطقة (H) أما المنطقة في الثلث الوسطي والمنطقة الكلية المتداخلة للمايوسين والأكتين تسمى (A) ,شكل (٢٤) .

يثبت أحد طرفي خيوط الأكتين على خيوط (Z) وطرفها الأخر يدخل بين خيطين من المايوسين , تملك خيوط الأكتين خاصية مطاطية عالية إذ تتحرك بعد أستثارتها داخل منطقة (H) أي تقتحم لويفات المايوسين بالأنزلاق إلى داخل لويفات المايوسين وتتحد معه بشكل وقتي مكونه مايسمى (بالاكتومايوسين)وان انزلاقه االى الداخل سيؤدي الى قصر طول وحدة العضلة ويصل إلى ٦٥% من الطول الأصلي للعضلة ,

إن هذا الأنقباض يتطلب طاقة كما إن رجوع العضلة إلى وضعها الأصلي أي انبساطها يحتاج إلى طاقة أيضاً .



شكل رقم (٢٤) يبين النظريه الانزلاقيه للتقلص العضلي

ثانيا-التغييرات الكهربائيه

تتمثل في انعكاس او زوال الاستقطاب اي انعكاس فرق الجهد الكهربائي لجدار الخليه العضليه الذي يعادل ١١٠ مللي فولت (ويشمل ٨٠ مللي فولت فرق الجهد في الراحه مضافا له ٣٠للي فولت عند الاستثاره العصبيه) ويسمى ذلك فرق جهد الحركه .**ويظهر الكالسيوم من شبكة الساركوبلازم .**

تتميز الخلايا الحيه بالقدره على التجاوب مع المؤثرات ,وعند التحليل الكيميائي للاملاح الموجوده في السوائل خارج وداخل الخليه , وجد ان العنصرين الاساسيين في الخليه هما الصوديوم والبوتاسيوم , اللذان لهما اهميه كبيره في المحافظه على حجم الخليه ونشاطها

وحساسيتها.ويشكل الصوديوم نسبة ١٥:٣من كميته في سوائل خارج الخليه بينما يشكل البوتاسيوم ٥٠:٢ من كميته خارج الخليه , لذلك فآن الصوديوم ونظرا لوجوده خارج الخليه بكميه اكبر يحاول النفاذ من خلال غشاء الخليه ليتساوى مع نسبته داخل الخليه وكذلك البوتاسيوم يحاول الخروج من داخل الخليه ليتساوى مع نسبته خارج الخليه , ولكن غشاء الخليه يسمح لبعض العناصر بالعبور ويمنع الاخرى, ونظرا لكون جزيئات الصوديوم كبيرة الحجم اضافة الى قابليتها للاتحاد مع الماء لاتستطيع المرور من خلال فتحات الغشاء فتتجمع خارجه , اما البوتاسيوم فيوجد داخل الخليه في حالة اتحاد مع الحوامض العضويه يحاول الخروج من الخليه لكنه ايضا لايستطيع ويبقى عند فتحات الغشاء من الداخل حيث يمثل الشحنه السالبه من الاملاح ويبطن السطح الداخلي , بينما يتجمع الصوديوم الموجب الشحنه على السطح الخارجي من الغشاء مما يحدث فرق جهد بين سطحي الغشاء , هذا مما يولد سير تيار كهربائي من الخارج الى الداخل حيث يصبح السطح الخارجي ذو جهد كهربائي اعلى من السطح الداخلي .

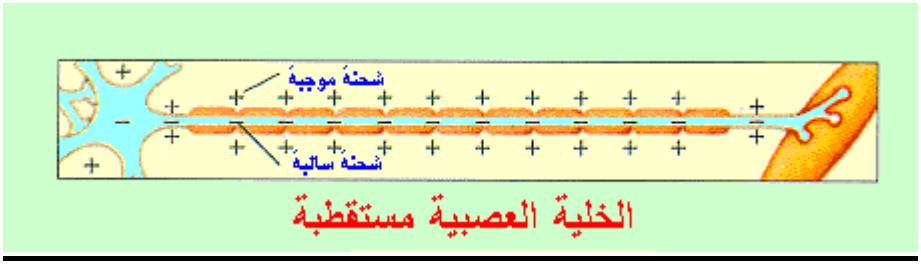
فرق الجهد هذا هو السبب في خاصية الحساسيه التي تتصف بها جميع الخلايا والانسجه الحيه .ويقل فرق الجهد ويتلاشى بعد التحفيز وكذلك ينعدم بعد موت الخليه, وبسبب فرق الجهد على غشاء الخليه ما يسمى **بالغشاء المستقطب** لوجود قطبين لاحدها جهدا اكبر من الاخر.

في **حالة الراحه** التامه تكون العضلات في **حالة استقطاب متعادل** الذي يتمثل بتعادل الشحنات الكهربائيه على السطحين الداخلي والخارجي للغشاء المحيط بالالياف العضليه, وتحافظ الفعاليات الحيويه على ابقاء هذا التعادل الذي يطلق عليه (**Polarisation**) اي **(الاستقطاب)** , شكل (٢٥) , وفي حالة **تحفيزالليفه العضليه** يحدث الحافز تغييرا موضعي اي اضطرابا في حالة التعادل هذه (الاستقطاب)في غشاء الخليه يطلق عليه **(De- polarisation)**(**فقدان الاستقطاب**) الذي يبقى موضعيا دون الانتقال الى الاجزاء الاخرى من الالياف العضليه , الا اذا كان بمقدار كبير بحيث يكون كافيا لاحداث موجة سريان على طول غشاء الليفه العضليه .

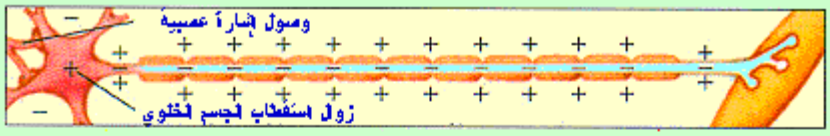
وعندما ينتقل الاضطراب بشكل موجه تمثله حالة استقطاب معكوس بحيث تكون الوصله التي يصلها الاضطراب سالبه الاستقطاب (Electronnegative) بالنسبه للاخرى المجاوره لها والتي لم يصلها الاستقطاب او التي استرجعت استقطابها الاساسي بعد عبور الاضطراب ويطلق على حالة **الاسترجاع الاستقطابي (Re-Polarisation) , شكل (٢٦).**

تسير موجة الاستقطاب على سطح الغشاء محدثه جهد استقطابي (Spike-Potential) يمثل سير وانتقال موجة التهيج على سطح غشاء الليفه العضليه وبعده مباشرة يحدث تغيير آلي (ميكانيكي)في العضله قابل بعدئذ للتحول الى شغل .

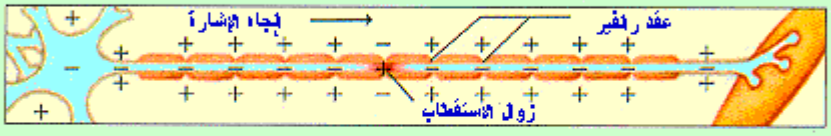
تنتقل موجة الاستقطاب على سطح الغشاء بسرعه تختلف تبعا لنوع العضله ونوع الكائن الحي , فعند الانسان تقدر بحوالي (٣-٧) مترات في الثانيه بعدها يتم العمل الآلي (**التقلص العضلي**)الذي يحدث بعد فتره قصيره جدا وينتقل العمل الآلي على الالياف العضليه بنفس سرعة سريان موجة الاستقطاب ولكنه يستمر لفتره اطول .



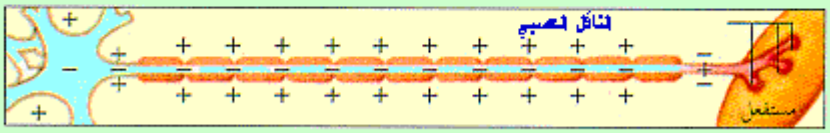
شكل رقم (٢٥) يبسن الخليه العصبيه المستقطبه



تبدأ الإشارة العصبية بتغير في نفاذية غشاء الخلية العصبية للصوديوم والبوتاسيوم وزوال استقطابها



تنتقل الإشارة العصبية عبر محور الخلية العصبية



تصل الإشارة العصبية إلى نهاية محور الخلية العصبية حيث يتم إفراز الناقل العصبي

شكل رقم (٢٦) يبين الخليه العصبيه عند الاستقطاب وزواله

ثالثا- التغييرات التهيجيه

ان جميع الانسجه الحيه لها القابليه على التهيج ولكن بدرجات مختلفه , بعضها له قابليه عاليه جدا للتهيج والاخرتقل قابليته , وان **الانسجه ذات التهيج العالي** تستجيب للحوافز **اسرع** واكثر من الانسجه الاخرى ذات التهيج الاقل.

عند وصول حافز الى نسيج عضلي ذو قابليه تحسسيه اعتياديه سوف يستجيب للمحفز ويحدث فعلا تقلصيا ولكنه بنفس الوقت يحدث تغييرفي قابلية التهيج لذلك النسيج ويتمثل ذلك بحصول دور عصيان الانسجه (بسبب هبوط التهيج) يسمى **بدورة العصيان (Refractory period)** وكلما ازدادت قابلية التهيج كلما زادت سرعة الاستجابه للتحفيز والعكس صحيح عندما تقل قابلية تهيج النسيج الى حد الانعدام يصبح النسيج غير قادر على الاستجابه , اي ان جميع المحفزات التي تصل سوف تفشل في احداث تآثير او استجابة ذلك النسيج مهما كانت قوة المحفز .

اما اذا انخفضت قابلية التهيج ولم تصل الى الانعدام فآن المحفزات الضعيفه تصبح غير قادره على احداث استجابه في النسيج بينما المحفزات القويه تستطيع احداث استجابه وعلى هذا الاساس فآن دورة العصيان للنسيج تكون اما نسبيه او مطلقه .

- دورة العصيان المطلقه ABSOLUTE REFRACTORY

هو الدور الذي يكون فيه النسيج الحي عديم الاستجابه للمحفزات مهما كانت قوتها بسبب هبوط تهيج النسيج الى حد الصفر .

- دورة العصيان النسبي RELATIVE PERIOD

فيه تقل قابلية النسيج التهيجيه الى حد اقل من الاعتيادي ولكن لاتنعدم لذلك يستجيب للمحفزات القويه ولكنه يفشل في الاستجابه للمحفزات الضعيفه .

وفي الخلاصه يمكن القول, ان المحفزات مهما تكون قوتها تفشل ولا تؤثر في دورة الانعكاس المطلق بينما تفشل المحفزات الضعيفه فقط في دو.رة الانعكاس النسبي وتبقى المحفزات الاكثر قوة على النسيج دون ان تنعكس .

رابعا-التغييرات الميكانيكيه

تتمثل في النظريه الانزلاقيه وعملية تداخل الاكتين والميوسين وبالتالي حدوث التقلص العضلي. , ويقصد به ايضا كيفية تحول الطاقة الكيميائية إلى الطاقة ميكانيكية (حركية) لانتاج شغل .

تتقلص العضلهآ اليا بعد حدوث الجهد الاستقطابي ويزداد سمكها ويبقى حجمها ثابتا ويمكن ان تنجز شغلا عندما تستخدم مقاومه معينه .

الشغل المنجز = الثقل (المقاومه) × المسافه

إن مصدر الطاقة الميكانيكية يكمن في الطاقة الكيمياوية المخزونة في جزيئة الـ ATP فعند تحللها تحرر الطاقة الميكانيكية (الحركية) أما عند توقف الإثارة (النبضة العصبية) يعود الـ ATP إلى حالته غير النشيطة وينفصل عن الـ SH مما يؤدي إلى توقف تحلله حينها يفقد المايوسين مطاطيته وينفصل الاكتين عنه مما يسبب الأسترخاء العضلي .

ان الاكتين ليست له قابلية على إحداث انشطارثلاثي فوسفات الادينوزين كما في المايوسين والاكتومايوسين , وتستطيع العضلة أن تتمدد بحدود ٦٥ – ١٥٠% من طولها **الأصلي في حالة الأسترخاء والراحة .**

خامسا- التغييرات الكيمياويه

يقصد بها مصدر الطاقة اللازمة لحركة العضلة ونوعها وعمليات الايض ومسؤولية بناء الطاقة الميكانيكية , وتبدآ عند افراز مادة الاستيل كولين من النهايه العصبيه عند وصول الاشاره العصبيه وعند وصول الإثارة (النبضة العصبية) يحصل تغيير كيميائي وتوزيع جديد للأيونات الموجودة في الياف العضلة مما يؤدي إلى حصول فرق جهد يؤدي إلى تحرر أيونات الكاليسيوم إلتي بدورها تعمل على تنشيط فوسفات الادينوزين .

يشكل المايوسين الجزء الرئيسي في الألياف العضلية ويعمل أيضاً عمل الأنزيمات حيث يساعد في تحلل ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP الماده الفعاله في التفاعلات الكيمياويه إلى ADP وفوسفات , كذلك فإن جزء من الطاقة الناتج من عمليات الايض (غير الحرارية) يخزن في جزيئة ATP عند بنائه من أتحاد ADP (ثنائي فوسفات الأدينوزين) و CP (فوسفات الكرياتين) .

انزيم المايوسين

ATP **طاقة**

ADP + pi +

ADP + cp **ATP + C**

كرياتين

ان الجزء المخزون من الطاقة الكيمياوية سيتحرر عند أنطلاق جزيئة الـ ATP وبمساعدة المايوسين الذي يعمل كأنزيم ,ويساعد على تحلل ثلاثي فوسفات الادينوزين الى ثنائي فوسفات الادينوزين وفوسفات ، حيث تتحرك الطاقة المتحررة إلى طاقة حركية تخدم عمليات التقلص

والإنبساط العضلي, وقد أتضح أن المايوسين أيضاً يتخذ صفة المطاطية تحت تأثير إنقسام الـ ATP .
عند التقلص العضلي يظهر حامض الفوسفور من ATP ويكون ايضا ADP حيث يتحد الفوسفورالمتحرر مع مادة الكلوكوز المتحرره من الكلاكوجين المخزون في العضله مكونا الكلوكوز متعدد الفوسفور , ويتحرر حامض الفوسفور ايضا من مادة فوسفات الكرياتين الموجوده في الليف العضلي حيث يدخل في تركيب مادتي ATP وADP .
يمر الكلوكوز متعدد الفوسفور بعدة تفاعلات ينتج عنها تحرير وانتاج حامض اللبنيك الذي يعمل الجزء الاكبرمنه ٥/٤ على اعادة الكلاكوجين , اما الباقي فيتآكسد مكونا ثاني اوكسيد الكربون والماء, والطاقه المتحرره من حامض اللبنيك يستفاد منها لتحويل الجزء الاكبر ٥/٤ منه الى الكلاكوجين , .
تستهلك العضله الكلاكوجين المخزون فيها اثناء التقلص ثم يعاد انتاج الكلاكوجين عن طريق التفاعلات الكيمياويه لخزن الطاقه , لهذا يعوض النقص الحاصل من الغذاء عن طريق الدم .
تحدث هذه التفاعلات لاوكسجينيا ولكن التفاعلات في المراحل الاخيره تحتاج الى الاوكسجين حتى يتآكسد حامض اللبنيك ويستعاد الكلاكوجين.
مما سبق نستنتج ان مصدر الطاقه الاساس عند تقلص العضله هو تحلل و انفلاق مادة ATP الى حامض الفوسفور و ADP , وكذلك فوسفات الكرياتين Cp التي تحرر حامض الفوسفورمكونه ATP , وان الكلوكوز متعدد الفوسفات يتجزآ الى حامض اللبنيك ويتحرر حامض الفسفور , ومن هذا يتكون فوسفات الكرياتين , كذلك حامض اللبنيك يعد مصدرا لاعادة تكوين الكلاكوجين .

سادسا- التغييرات الحراريه

تنتج الحراره عن فعالية الكالسيوم في ايقاف نشاط التربتونين , وبالتالي تحرر انزيم ثلاثي فوسفات الادينوزين وانشطار ثلاثي فوسفات الادينوزين الى ثنائي فوسفات الادينوزين وفوسفات وطاقه .تظهر الحراره اولاعند تقلص العضله وانبساطها ولاتعتمد على وجود

الاوكسجين بل ترافق تحلل ATP و CP عندما تتقلص العضله في غياب الاوكسجين , وتظهر بعض الحراره المتآخره اللاهوائيه بمرافقة حامض اللبنيك الناتج عن تحلل الكلاكوجين لااوكسجينيا .
عند وجود الاوكسجين وبعد انبساط العضله تظهر الحراره المتآخره الهوائيه , التي تتولد لفتره طويله ولعدة دقائق , حيث ترافق ازالة حامض اللبنيك من العضله عند اكسدته الى ثنائي اوكسيد الكربون وماء بصوره مباشره اوغير مباشره .
ان معظم الحراره التي تتولد في العضله تظهر بعد ان تنهي العضله عملها لذا فآن الحراره ليست مصدرا لحركة العضله , كما يدل ذلك ان العضله بذلت طاقه كبيره بعد الانتهاء من تقلصها لاعادة بناء الطاقه لمواصلة حركتها .

الاحماء والتحفيز العضلي warming up

يقصد بالاحماء رفع درجة حرارة العضله بواسطة احداث تقلصات عضليه بسيطه تنتج طاقه حراريه.
يعد احماء العضلات المشاركه في الجهد قبل البدء بممارسة العمل الرياضي ضروري لاداء الجهد بشكل افضل وحماية العضله , وان زج العضله في النشاط بدون احمائها يؤدي الى تمزق الالياف العضليه في مناطق اتصالها بالوتر وخاصة في الرياضات العنيفه **والمفاجئه** .

ان اداء التمارين الرياضيه الخاصه بالاحماء وتقلص وارتخاء العضلات يقلل من دور التقلص والارتخاء في منحنى التقلص العضلي البسيط ويزيد من ارتفاع منحنى التقلص بنفس الوقت.
.اذا حفزت عضله خامله بسلسلة محفزات فآن التقلصات القليله الاولى تكون عادة صغيره وغير منظمه ودور الارتخاء فيها يكون غيرتام نسبيا , ثم مع استمرار العمل العضلي تليها تقلصات اكبر, اي تكون قوة التقلص اقوى والارتخاء تام , ويرجع ذلك الى تمارين الاحماء اثناء التقلصات الاولى في العضله ذاتها والتي تكونت خلالها مخلفات الفعاليات الحيويه في العضله , وكذلك توليد الحرارة , الذي رفع درجة حرارة العضله اي (العوامل الحراريه

والمخلفات الحيويه) هي التي تعمل على توسيع الاوعيه الدمويه فيزداد التجهيز الدموي لانسجة العضلات بسبب جريان الدم داخل الاوعيه الدمويه المتوسطه , وهذا يحسن الحاله الوظيفيه ويزيد كفاءة العضله بسبب وصول كميه كافيه من الاوكسجين والمواد الغذائيه المحموله بواسطة الدم .

في الالعاب الرياضيه وبسبب عدم الاحماء تتمزق الالياف العضليه ويحدث عادة في العضلات المعاكسه للعضلات المتناظره والتي تقلصت بشده عاليه اثناء الجهد (لكون ارتخائها يتم ببطيء وبصوره غير تامه عندما تتقلص العضلات المتناظره) لذلك تسبب عرقلة الحركه والتوافق الحركي , ومن ناحيه اخرى فأن قوة التقلص في العضلات المناظره والزخم الذي تحدثه حركة العضو تسبب شد وضغط معاكس على العضلات . المعاكسه وتؤدي الى تمزق اليافها اواوتارها اوتارها عند مناطق اتصالها بالعظام

انواع المحفزات

- المحفز الاقصى maiximum stimulus

يطلق على المحفزات التي تحدث اقوى تقلص.

- المحفز فوق الاقصى supra maximum stimulus

يطلق على المحفزات الاقوى من الاقصى

- المحفزات دون الاقصىsub maximum stimulus

هي المحفزات التي تحدث تقلصات ظاهره في العضله وتزداد قوتها بزيادة قوة الحافزوتعطي شكل مدرج على منحنى التقلص المسجل على الورق

-المحفزات الادنى minimum stimulus

يطلق على المحفزات الضعيفه جدا والتي لاتحدث تقلص مرئي في العضله الا انه يمكن زيادته تدريجيا الى حد معين يكون فيه قادر على احداث اضعف تقلص في العضله وتعرف على انها اضعف محفز يتمكن من احداث تقلص في العضله .

-المحفز دون الادنى subminimum stimulus

هي المحفزات الاقل من الادنى والتي تكون غير قادره على احداث التقلص العضلي المرئي في العضله ولكن تستطيع احداث تغييرات غير ظاهره في العضله (مثل التهيج الموضعي)

العوامل الآليه التي تعتمد عليها قوة التقلص العضلي هما

- تحفيز عدد كبير من الوحدات الحركيه الفعاله
- زيادة تكرار في انسياب الشحنات الكهربائيه الى الوحدات الحركيه.

تأثير المحفزات المتعاقبه على العضله وتقلصها

- تأثير محفزين متعاقبين Effect of two successive stimuli

أذا حفزت العضله بحافزين متعاقبين (لهما قوه محفزه عظمى) فأن الاول سيحفز جميع الوحدات الحركيه فى العضله اما الثانى فسيختلف تأثيره تبعا للحظة حصوله بعد الاول .أى ان تأثير المحفزين المتعاقبين يعتمد على طول الفتره الزمنيه الواقعه بين حدوثهما,

- **أذا وقع الثانى اثناء دورة العصيان المطلق** المتسبب عن المحفز الاول فسيتعدم تأثير المحفز الثانى بشكل مطلق ولا يظهر ويبقى فقط تأثير المحفز الاول بشكل تقلص عضلى بسيط.
- **أذا وقع المحفز الثانى أثناء دور التقلص العضلى** الحاصل بسبب الحافز الاول فأن تأثير الثانى سيظهر على شكل تقلص عضلى أقوى وأطول من الاول لوحده ومهما زادت قوة التقلص بفعل المحفزين الا انه لا يصل الى الضعف.
- **أذا وقع المحفز الثانى أثناء دور ألارتخاء العضلى** الحاصل بسبب المحفز الاول فأن الثانى سيحدث تأثيره ايضا فى هذه الحاله.أذ يحصل منحنى تقلص ثانى يضاف الى المنحنى الاول الحاصل بسبب التحفيز الاول ,أى سيحصل تقلص عضلى(ذو قمتين) بسبب عدم أكتمال الارتخاء العضلي فى منحنى التقلص الاول الحاصل بسبب المحفز الاول.

أما أذا وقع المحفز الثانى بعد أنتهاء الارتخاءالعضلى الحاصل بسبب الحافز الاول فأن المحفز الثانى سيحدث تقلصا عضلى منفصل

تماماعن سابقه, أى أن كلا المحفزين المتتابعين سيحدث تقلص عضليا كاملا .

- تأثير المحفزات المتكرره Effect of Repeated Stimuli

أذا حفزت العضلات الهيكليه بمحفزات متعاقبه وبصوره منظمه وفترات متساويه فأن التأثيرات التي ستحصل على نفس التقلص العضلى ستختلف بالنسبه للفتره الزمنيه بين المحفزات المتعاقبه وكلما تغيرت الفتره كلما تغير التأثير.

يظهر التأثير أما بشكل :

- سلسله تقلصات متجمعه بشكل متموج

- تقلصات كاملة التجمع

فى حالات اخرى يفقد التأثير نهائيا لبعض المحفزات فى السلسله المتعاقبه ويبقى القليل منها فقط مؤثر, أذ تظهر تقلصات منفرده ومتباعده (. تعتمد على فترة وقوع المحفز اللاحق بالنسبه للذى سبقه) **كما فى الحالات الاتيه**.

- أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور الكمون الذى أحدثه تأثيرالمحفز السابق أنعدم تأثير المحفز اللاحق.

- أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور التقلص الذى أحدثه المحفز السابق, ظهر تأثير المحفزات اللاحقه (أذا كانت بقوه ضعيفه نسبيا) تحدث تقلصات تندمج مع المحفزالاول السابق أى ستكون حصيلة التقلصات المتجمعه تقلصا مستمرا واحد أقوى من المحفز المنفرد لكل منهما ويظهر التقلص المتجمع بشكل متجمع ومستمر (تقلص تام التجمع) Complet Tetanus

- **أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور الارتخاء** العضلى الذى احدثه المحفز السابق , تاثير المحفزات اللاحقه تظهر تقلصات متواليه يبدآ كل منها أثناء دورالارتخاء العضلى الذى يحدثه المحفز الذى سبقه للمحفزات المتعاقبه , وفى هذه الحاله لا ترجع العضله الى الارتخاء التام لانها ستعود وتتقلص مره اخرى بسبب المحفز اللاحق وهكذا (تجمع متموج)Clonus

- **أذا وقعت المحفزات اللاحقه بعد انتهاء الارتخاء العضلى** للتقلص الحاصل بسبب المحفزات السابقه يظهر التأثير بشكل تقلصات عضليه منفرده متباعده غير متجمعه.

تأثيرالتدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي

التدريب الرياضي يرتبط بأداء نشاط عضلي تختلف شدته وحجمه من تمرين إلى أخر وهو دائماً بحاجة إلى طاقة للتغلب على الجهد وان هذه الطاقة هي ميكانيكية ناتجة عن تحول أنواع أخرى من الطاقة .
إن ممارسة النشاط العضلي تسبب احداث تغيرات كيمياوية في العضلة , وإن النشاط البدني المنتظم سوف يحدث سلسلة من التغييرات البايوكيميائية في المايوسين والأكتومايوسين وجميع المواد الأساسية الداخله في عملية الأنقباض العضلي , كما تستثمرجميع مصادر الطاقةلانتاج الشغل , وينتج عن ذلك **عدة تغيرات بنائيه وبيوكيميائية تحصل في العضلة نتيجةً التدريب .**
إن أرتفاع شدة الجهد المسلط على الأجهزة الجسمية أثناء النشاطات الرياضية يتطلب تكيفاً وظيفي قصوي بحيث يناسب القدرات الحركية ، فزيادة الجهد يتطلب رفع الشحنة العصبية لمواجهة الأنجاز الرياضي ، و ان النشاط العضلي يعبر عن نتائج وظائف متعددة الجوانب في تبادل المواد سواء في العضلة أو في الجهاز العصبي . **ويمكن حصر أهم التغيرات التي تحدث العضلة نتيجة التدريب ما يأتي :**

- التغيرات البيوكيمياوية

وتشمل مايأتي :
- **زيادة كمية بروتين العضلة (المايوسين)** الذي يملك صفة الانزيم ويعمل في تحليل فوسفات الادنوزين ، وهذا يعني توليد الطاقة الكيمياوية التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية (تخدم عملية الأنقباض والأنبساط العضلي) .

- زيادة **أحتياطي الطاقة (ATP و CP) وكذلك الكلاكوجين والدهون** تحت تأثير التدريب الرياضي وخاصةً في العضلات المشاركه مما يجعل العضلة المدربة أقل أعتماداً على الدم للحصول على الطاقة .
- زيادة وزن العضلة مما يزيد من كمية الـ ATP وليس تركيزه في العضلة .
- **زيادة مايوكلوبين العضلة الذي ينقل O2** مما يعني زيادة أحتياطي O2 في العضلة المدربة حيث يستخدم لسد النقص الحاصل نتيجة التدريب الشديد .
- **زيادة أيونات الكالسيوم والمغنسيوم** الضروري في أستثارة عمل الانزيمات في العضلة وتقوم أيونات الكالسيوم بتنشيط ATP المحيط بالأدينوسين في العضلة .

- التغيرات البنائية

وتشمل مايأتي:
- **زيادة كمية الليفات** داخل الليفه العضلية وتغير وظيفتها وتبديل النواة وشكل نهايات الأعصاب .
- **تغير وتوسيع الأوعية الدمويه الشعريه**, مما يؤدي إلى تمويل العضلة بالدم بشكل كاف يسهل توصيل الأوكسجين ومصادر التغذيه العضلية .
- زيادة كمية وحجم المايوكوندريا (بيوت الطاقة في الخلايا العضلية) .
- **زيادة سرعة وقوة الأنقباضات العضلية** , بسبب التغيرات البايوكيميائية في العضلة ، كما يبقى ATP بشكل متوازن مما يزيد من مطاولة العضلة .وإكتساب القوة والسرعة والمطاولة الحركية .
- **تحصل تغيرات في العضلة حسب نوع التدريب** حيثً تؤدي تدريبات القوة إلى زيادة قوة أوتار العضلات ومنشأها ومدغمها عند الأشخاص ذوي الأوزان الخفيفه والذين يتميزون بألياف غير سميكة وأوتار عضلية طويلة , كذلك تتضخم العضلة عند ازدياد القوة .

الفصل الرابع
فسيولوجيا القلب والجهاز الدوري

المبحث الاول
القلب والجهاز الدوري The circulatory system

مكونات جهاز القلب والدوران

القلب myocardium

صمامات القلب

الدوره القلبيه

الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)

الدورة الرئوية

تغذية القلب الدموية

التغذية العصبية للقلب (الجهاز التوصيلي للقلب)

خواص القلب الفسيولوجيه

الدم (Blood)

مكونات الدم

البلازما plasma

خلايا الدم Blood cell

- كريات الدم الحمراء Red Blood cells

- خلايا الدم البيضاء White Blood cells leukoytes

- الصفائح الدموية platlates

وظائف الدم العامه

الأوعية الدموية (Blood vessels)

- الشرايين Arteries

- الشعيرات الدموية capillaries
- الأوردة veins

المبحث الثاني
تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

القلب والانجاز الرياضي
اثر الحمل في وضع القلب
التغييرات الكيمياوية في عضلة القلب
كمية الدم والنشاط الرياضي
تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعيه الدمويه
المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل في القلب :

أولاً : معدل ضربات القلب(سرعة القلب) (النبض)
تنظيم ضربات القلب
العوامل المؤثره في سرعة القلب (النبض)
ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم
العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي
- تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي
- حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضي
تأثير الرياضه على الدفع القلبي
ثالثاً : حجم القلب
رابعاً : عدم أنتظام ضربات القلب
خامسا: الضغط الدموي
- الضغط الدموي الانقباضي
- الضغط الدموي الإنبساطي
العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي
تنظيم ضغط الدم
تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم

المبحث الاول
القلب والجهاز الدوري

القلب والجهاز الدوري The circulatory system

يعد القلب والجهاز الدوري من الأجهزة الرئيسية والمهمة في الجسم في إنجاز العمل العضلي , إذ يساعدان في عملية التمثيل الغذائي وتزويد خلايا الجسم بالآوكسجين لتمكينها من تفكيك جزيئات عضويه للحصول على الطاقه اللازمه للقيام بالوظائف المختلفه للنمو والحركه والصيانه وصرف الطاقة والكثير من العمليات التي تجري داخل الجسم اضافه الى التخلص من الفضلات السامه , **والجهاز الدوري مصطلح يشير الى القلب والاوعيه الدمويه وسائل الدم والجهاز الدوري** شبكه انبوبيه مغلقه تختلف في قطرها وطولها ونوعيتها .

مكونات جهاز القلب والدوران:

اولا - القلب

هو المضخة التي تقوم بعملية أستقبال ودفع الدم من وإلى مختلف أنحاء الجسم .

ثانيا- الدم

هو السائل الذي يحتوي على مركبات لها خصائص ذات تأثير على العمليات الوظيفية في الجسم وتحوي الخلايا الحمراء والبيضاءوالاقراص الدمويه وغيرها من الخلايا التي لها وظائف داخل الجسم .

ثالثا- الأوعية الدموية

هي الاوعيه التي يمر خلالها الدم ويسير إلى أنحاء الجسم .

يعمل الجهاز الدوري على نقل المواد بين أجزاء الجسم المختلفة حيث يحمل الدم المشبع بالأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة الجسمية ، وبنفس الوقت يحمل ثاني أوكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين للتخاص منه ، كذلك ينقل المواد الغذائية من الأمعاء والكبد والفضلات من الأنسجة وكريات الدم البيضاء والأجسام المضادة والهرمونات والمواد الأخرى .

يقوم بعملية النقل هذه الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة والأوعية الشعرية الدمويه) والتي تشكل حلقة دائرية مغلقه لا نهاية لها ، حيث يضخ القلب الدم إلى جميع أنحاء الجسم وتقوم الشرايين بنقل الدم من جهة القلب اليسرى إلى كافة أجزاء الجسم عدا الرئتين أما الأوردة في يمين القلب تقوم بأرجاع الدم إلى القلب ويتم كل ذلك بفعل اختلاف الضغط الدموي حيث يضخ الدم من المنطقة ذات الضغط الأعلى إلى الأوطا .

اولا- القلب myocardium

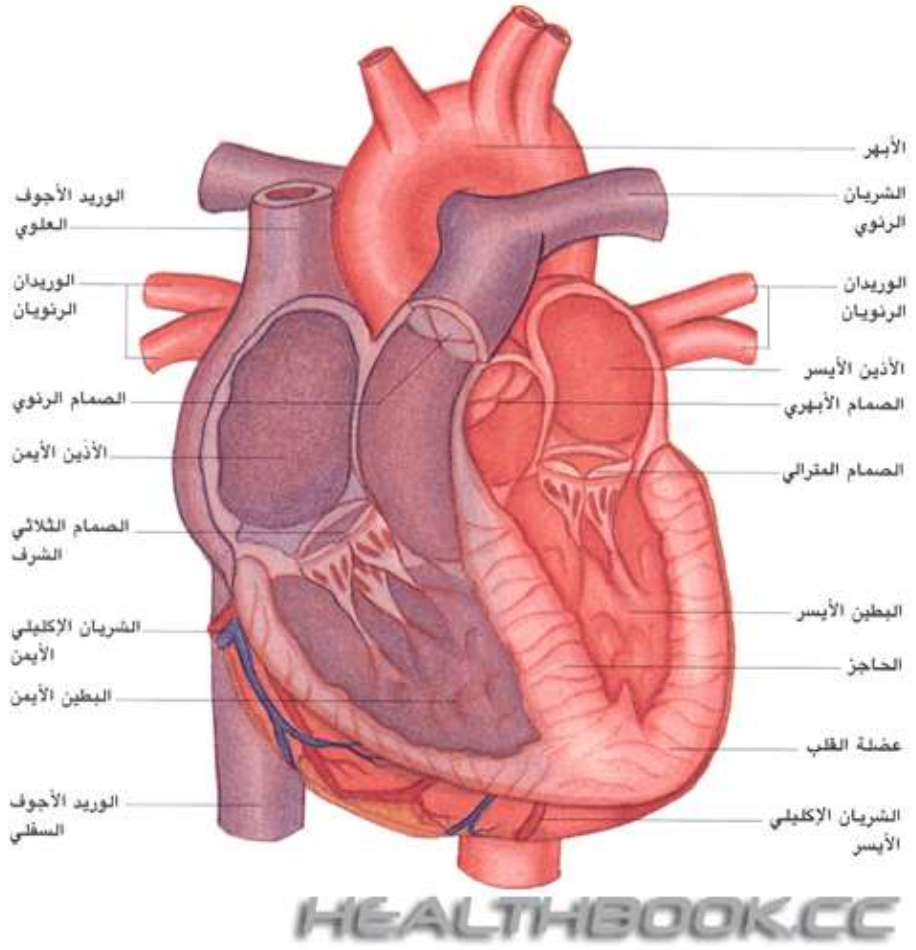
عضله قويه لاراديه تنقبض وتنبسط بطريقه ايقاعيه منتظمه بتحكم لاارادي , والقلب مضخه لتحريك الدم في الاوعيه الدمويه حيث يستلم الدم من جميع اجزاء الجسم ويقوم بدفعه الى الجسم عن طريق الاوعيه الدمويه وهو يعمل منذ تخليق الجنين في بطن امه وحتى نهاية الحياة .

القلب عضلة مجوفة يبلغ وزنه حوالي(٣١٢)غرام ويآخذ شكل القبضه طوله ١٢سم وعرضه ٩ سم ينقبض وينبسط بأنتظام (عدد ضرباته حوالي(١٠٠،٠٠٠) مره في اليوم ليضخ حوالي(٣٧٨٠) لترا من الدم خلال(٩٠،٠٠٠) كيلو مترا من الاوعيه الدمويه حيث يدفع الدم إلى الشرايين ومنها إلى الأنسجة المختلفة, ويتخذ القلب مكانه داخل الصدر بين القص من الأمام والعمود الفقري من الخلف والحجاب الحاجز للأسفل ، كما توجد إحدى الرئتين على كل جانب ، يقع القلب بشكل مائل يسار خط الوسط لذلك تكون الرئة اليسرى أصغر من الرئة اليمنى في الجسم لتترك مكاناً للقلب ، يحيط القلب

جداران مكونة من نسيج عضلي خاص مصمم بشكل يستطيع تأمين ٧٠- ٨٠ / ضربة / دقيقة للشخص البالغ .تكسو هذه العضلة من الداخل بطانة من الخلايا المسطحة (غشاء القلب الداخلي ومن الخارج غشاء التامور الذي يسهل الحركه والاداء داخل القفص الصدري) ويتكون هذا الغشاء من جزء متين يحمي القلب ويبقيه في مكانه الصحيح ، اما الجزء الداخلي رقيق ويسمح لعضلة القلب بحرية الحركة (الانقباض والانبساط) .

صمامات القلب

ينقسم القلب من الداخل إلى أربعة تجاويف العلويان (الأذينان الأيمن والأيسر) والسفليان (البطينان الأيمن والأيسر) ، ويفصل بين كل أذين وبطين فتحات تحتوي على صمامات مصممة بشكل خاص حيث يفصل بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن (الصمام المثلث الشرفات)الذي له تركيب خاص ويعمل بأتجاه واحد لذا يسمح للدم المتجمع في الأذين الأيمن بالمرور خلاله إلى البطين الأيمن ولا يسمح بالمرور العكس ، كما ان الشريان الرئوي (الذي ينقل الدم غير الموكسج من البطين الأيمن إلى الرئة) يحوي أيضاً على صمام يمنع رجوع الدم إلى الخلف (أي من الرئتين إلى البطين الأيمن) يسمى بالصمام النصف الهلالي لإنه يتكون من ثلاثة أغشية تشبه الاهله .كما يوجد صمام آخر بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر يسمى بالصمام ذو الشرفتين أو (الميثرال) والذي يمنع رجوع الدم إلى الخلف أي إلى الأذين الأيسر ، ويضخ البطين الأيسر الدم خارج القلب عبر مجموعة أخرى من الصمامات الهلالية إلى داخل الشريان الاورطي والتي تمنع رجوع الدم الى البطين الايسر ويكون جدار البطين الايسر اسمك من الايمن لانه يقوم بدفع الدم الى الشريان الابهر ويمنع الصمام التاجي الموجود بين الشريان الابهر والبطين الايسر عودة الدم العكسيه عند انبساط القلب كما يقوم الصمام الهلالي بمنع عودة الدم من الشريان الرئوي الى البطين الايمن وتعمل جميع صمامات القلب بآتجاه واحد لدفع الدم وهكذا فإن هذه الصمامات تضخ سريان الدم في إتجاه واحد كل وقت وتمنع رجوعه , شكل (٢٧) .



شكل رقم (٢٧) يبين تجاويف القلب والصمامات القلبيه

الدوره القلبيه

هي كل مايحدث عند الضربه القلبيه الواحده, فأذا كانت سرعة القلب ٧٠ضربه /دقيقه فان الدوره القلبيه الواحده تستغرق ٠،٨ ثانيه (حيث يشكل زمن ٠،٥ ثانيه منها زمن الراحه والانبساط و٠،٣ ثانيه زمن تقلص). وفي كل دوره تتولد موجة من جهد الفعل بصوره ذاتيه من العقده الجيبيه الاذينيه , وتحدث تغييرات في الضغط داخل التجاويف القلبيه والاوعيه الدمويه الخارجه من البطين الايسر والايمن اضافه الى التغييرات الكهربائيه , كما تحدث الضربه اصواتا سببها انفتاح وانغلاق الصمامات القلبيه اثناء عملية ضخ الدم الى القلب وخارجه .

<u>الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)</u>

يضخ القلب حوالي ٧٠سم٣ من الدم خلال الضربة الواحدة محمل بالأوكسجين وإلى خارج البطين الأيسر بواسطة الشريان الأورطي (الابهر الصاعد) ويرجع جزء من هذا الدم عبر شريانيين متوسطي الحجم (الشريانيين التاجيين) اللذان يخترقان عضلة القلب ويزودانها بالدم ، وتتفرع أيضاً من الشريان الاورطي شرايين متعددة لتغذية مناطق الجسم المختلفة (في الرأس والترقوة والحوض والبطن), وكلما بعدت الشرايين أكثر كلما قلّ حجمها بالتدريج حيث الشعيرات التي تزود الأنسجة بالأوكسجين والمواد الغذائية وبنفس الوقت يدخل جزء من الكربون والفضلات النتروجينية من الأنسجة وتدخل الدم عبر هذه الشعيرات .

أما الأوردة في البداية تكون صغيرة ثم تصبح أكبركلما ابتعدت نحو المناطق الطرفيه وتقوم الأوردة بجمع الدم من الجزء العلوي للجسم (الرأس والرقبة والذراعين) بوساطة الوريد الأجوف العلوي الذي يؤدي إلى الأذين الأيمن ، أما الدم في الأطراف السفلى فيتجمع عن طريق الوريدين الحرقفين اللذان يتحدان ليكونا الوريد الأجوف السفلى والذي يصب أيضاً في الأذين الأيمن .

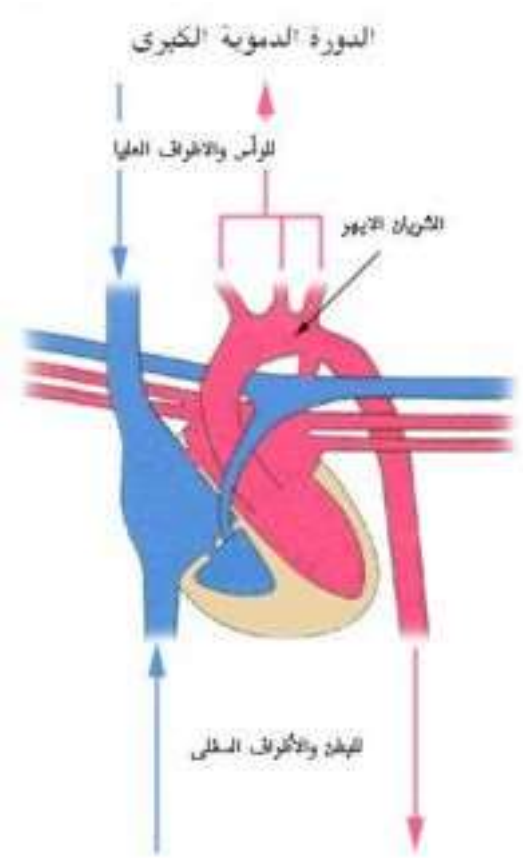
ويقوم الوريد البابي الكبدي بحمل الدم إلى الكبد الذي يقوم بتخزين مواد الطاقة ,وفي النهاية يتصل بالوريد الأجوف السفلى لينتهي بالأذين الأيمن ,اي يعود الدم الى القلب بولسطة الوريد الاجوف العلوي من الجزء الاعلى من الجسم والوريد الاجوف السفلي من من الجزء

الاسـفل للجسـم حيـث يـتم ضـخه الـى الـرئتين , شـكل (٢٨)وشـكل (٢٩)و(٣٠).

الدورة الرئوية

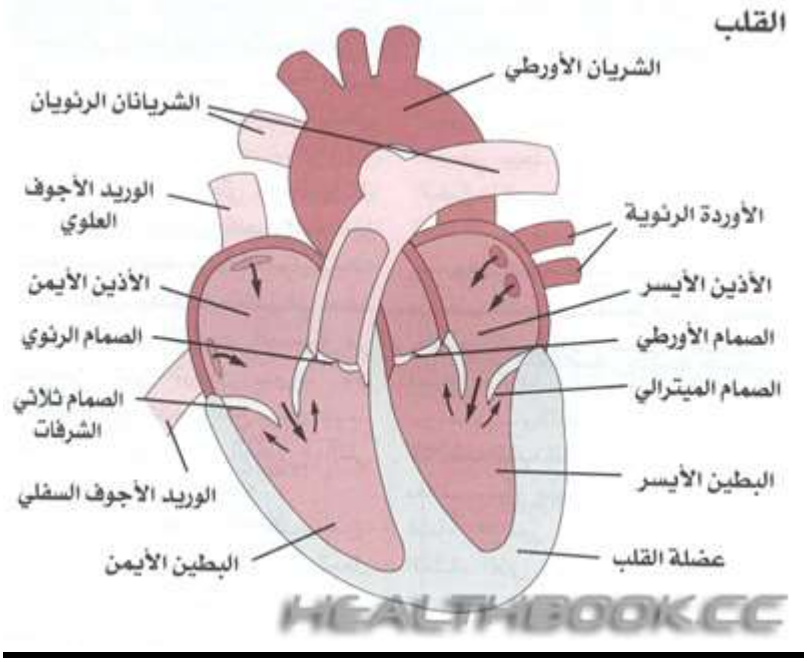
يكـون الـدم الـداخل إلـى الأذيـن الايمـن أزرق محمـر وذلـك لقلـة وجـود الأوكسجين وزيادة ثاني اوكسيد الكربـون, ويسير هذا الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن ثم يمر عبر الشريان الرئوي (وهو الشريان الوحيد في الجسم الذي يحمل دم وريدي) إلى الرئتين ، ويتم في الرئتين عملية التخلص من co_2 والتزود بـ o_2 ، ليعود الدم كامل الأكسجه عبر الأوردة الرئوية إلى الأذين الأيسر ثم البطين الأيسر ليتم ضخه فيما بعد في الجهاز الدوري مرة أخرى .

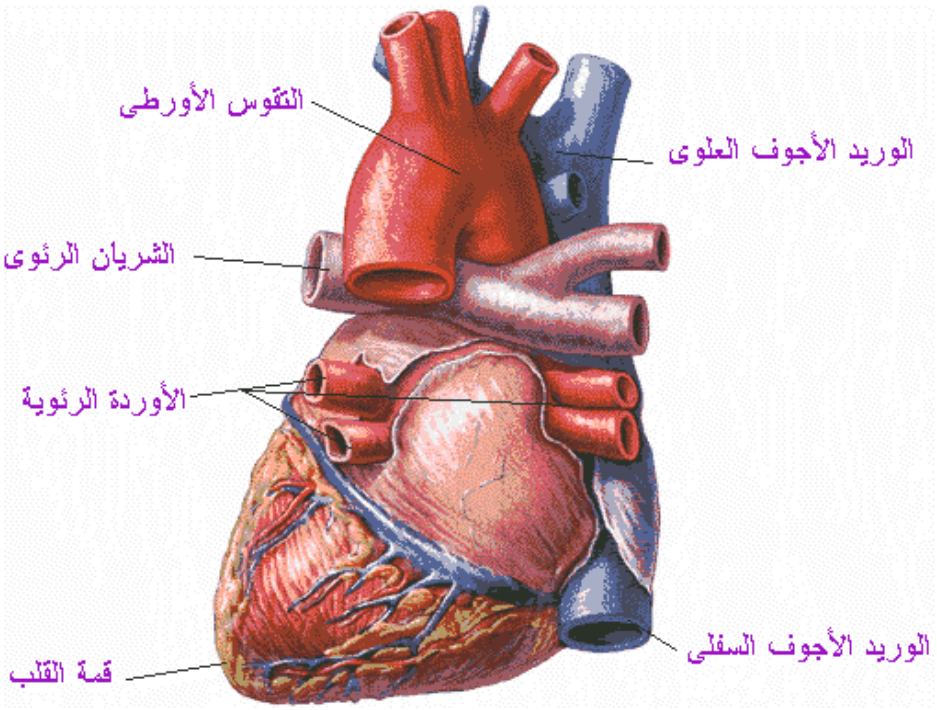
وطريق الدم من القلب إلى الرئة ثحو القلب (الدورة الصغرى يستغرق ٦ ثواني) و الدم الذاهب إلى المخ يعود إلى القلب خلال ٨ ثواني وإلى أصابع القدم حوالي ١٨ ثانية .



شكل رقم (٢٨) يبين الدوره الدمويه

شكل رقم (٢٩) يبين الدوره الدمويه الكبرى والصغرى


القلب
الشريان الأورطي
الشريانان الرئويان
الوريد الأجوف العلوي
الأوردة الرئوية
الأذين الأيمن
الأذين الأيسر
الصمام الرئوي
الصمام الأورطي
الصمام ثلاثي الشرفات
الصمام الميترالي
الوريد الأجوف السفلي
البطين الأيسر
البطين الأيمن
عضلة القلب
HEALTHBOOK.CC



شكل رقم (٣٠) يبين اهم الشرايين والاورده في الدوره الدمويه

تغذية القلب الدموية(الدورة التاجية) coronary circalstion

هي تلك الدورة التى تزود عضلة القلب ذاتها بالدم لتؤمن الأوكسجين والعناصر الغذائية اللازمة له لأنتاج الطاقة ليستطيع القيام بوظيفته كمضخة للدم ، وهي أضعف نقطة في جسم الإنسان إذ يموت حوالي ثلث الناس بمرض الدورة الدموية التاجية وذلك لأن الشرايين التاجية أكثر قابلية للتصلب . ،

تتم تغذية عضلة القلب عن طريق شريانين هما (الشريان التاجي الايسر والايمن) اللذان يخرجان من الشريان الاورطي (الابهر) قبل تقوسه وهما أو تفرعات الاورطي عندما يترك القلب بعد مسافه قصيره من الصمام الاورطي وسميا بالشراين التاجية لوصف طريقة احاطتها بالقلب كالتاج , ومن فوق مستوى الصمام الابهري ، احدهما يتجه إلى اليمين وآخر إلى اليسار ثم يتفرع كل منهما إلى شرينات صغيرة ثم إلى شعيرات بحيث يصبح لكل ليف عضلي في عضلة القلب تروية شعيرة دم .

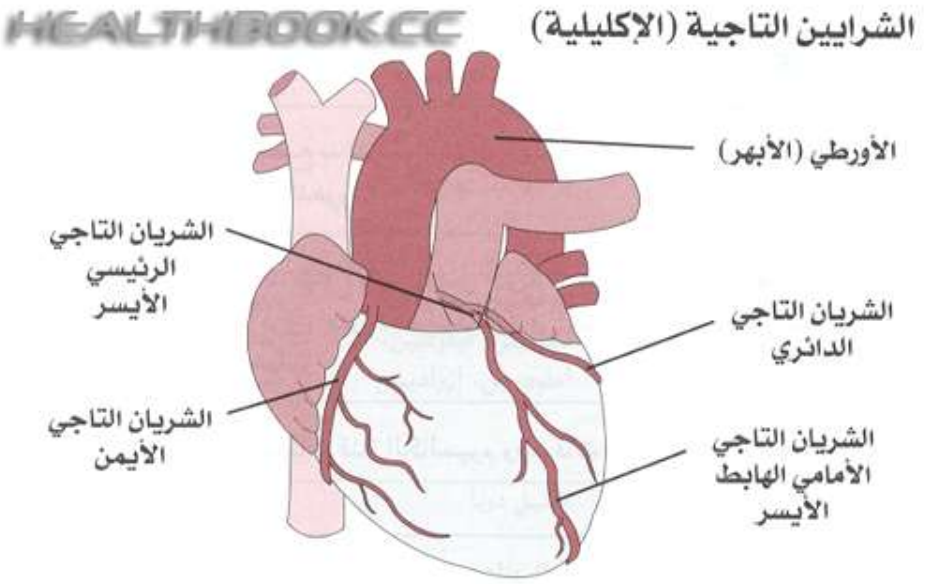
يغذي الشريان التاجي الايسر حوالي(٨٠%) من الدم الذي يغذي عضلة القلب , حيث يزود الجانب الامامي والايسر من القلب بالدم عن طريق فرعه الامامي ويغذي الجزء الخلفي من القلب عن طريق فرعه الخلفي , اما الشريان التاجي الايمن يغذي الجانب الايمن من القلب ومن جداره الخلفي يتفرع كل شريان تاجي الى شرايين تصغر تدريجيا ثم تتفرع الى شريانات وشعيرات دمويه تصل الى كل ليفه عضليه لتغذيها .

يعود الدم منهما عن طريق وريد خاص بالقلب حيث تتجمع الاورده جميعها لتكون **(الجيب التاجي) وهو وعاء قصير واسع في الاخدود التاجي الموجود بين الاذينين والبطينين وفي النهايه يصب الدم الوارد منه في الاذين الايمن ليآخذ طريقه الى الرئتين لتصفيته** , وتتصل الفروع الرئيسيه للشرايين التاجيه بوصلات شريانيه تساعد في سريان الدم اذا ابطآ سيره في اي من الفروع التي تتضيق لاسباب مرضيه .

عند اداء الجهد اوالتمارين الشاقة يزداد عمل القلب من ١٠ – ١٥ مرة ، بينما لا يستطيع القلب ان يزود نفسه بالدم أكثر من ٥ – ٦ مرات , وبعد أن تحصل الالياف العضلية القلبية علىالاوكسجين وتطرح ثاني

اوكسيد الكربون، يعود الدم المختزل في الاوردة التاجية , والتي تفتح مباشرة في مجاري القلب بنسبة ٤٠% وفي القناة الوريدية التاجية التي تفتح مباشرة في الأذين الايمن بالقرب من العقدة الأذينية البطينية بنسبة ٦٠% .

الدورة الدموية التاجية من أقصر الدورات في الجسم , إذ لا تستغرق أكثر من (٨) ثواني فقط ، ولكون القلب يعمل بشكل مستمر لذلك فإنه يحتاج الغذاء والأوكسجين بأستمرار ويحصل عليه عبر الشراين التاجية وليس من داخل حجراته , شكل (٣١).



شكل رقم (٣١) يبين التغذيه الدمويه للقلب

التغذية العصبية للقلب (النشاط الكهربائي للقلب)

يتكون الجهاز التوصيلي العصبي للقلب من الأجزاء الأتية :

- **العقدة الجيبية الأذينية .**
- **العقدة الأذنينية البطينية .**
- **الحزمة الأذينية البطينية وفروعها في الجهة اليمنى واليسرى للقلب .**
- **الياف بركنجي .**

يبدأ الأنقباض القلبي (الضربه القلبيه) **من العقدة الجيبية الاذينية** وهي مجموعه من الخلايا العضليه المتخصصه بشكل عقده صغيرة تقع في الجزء العلوي الخلفي من الأذين الأيمن على جهة اليمين من فتحة الوريد الأجوف العلوي في الأذين الأيمن , تولد هذه العقده نبضا كهربائيا قصيرا يتردد كل (٧٢) مره في الدقيقه, ينتشر بسرعه في الاذينين بحيث ينقبضان معا بنفس الوقت, تصل النبضه بعد ذلك إلى **العقدة الأذينية البطينية** التي تقع في الجزء الاسفل من الحاجز الأذيني فوق الصمام الثلاثي الشرفات وهي ايضا تتكون من خلايا عضليه متخصصه.

تنتشر بعدها الدفعة القلبية **بواسطة الحزمة الأذينية البطينية (حزمة هيس)** والتي تعد الوحيدة التي تعمل على التوصيل بين الأذينين والبطينين في القلب .

والحزمة الأذينية البطينية تنزل خلف الصمام الثلاثي الشرفات لتصل إلى الجزء الغشائي من الحاجز البطيني , حيث تنقسم عند جزءه العلوي إلى فرعين واحد لكل بطين ، حيث يسير الفرع الأيمن إلى الأسفل على الجانب الأيمن ويعبر الجدار نحو البطين الأيمن ويصبح متواصلاً مع **شبكة (الياف) بركنجي** ، أما الفرع الأيسر للحزمة يخترق الحاجز ويسير على جانبه الأيسر وهو عادة ينقسم إلى فرعين يصبحان في النهاية متواصلين .ومن الجدير بالذكر ان النبض في القلب يولد تيارات كهربائيه يمكن الكشف عنها على سطح الجسم ويسمى تسجيل التغييرات الكهربائيه في دورة انقباض العضله **بالتخطيط الكهربائي للقلب (electrocardiogram) , شكل (٣٢) و(٣٣).**

خواص القلب الفسيولوجيه

- قاعدة الكل او اللاشيء All or non principle

تستجيب العضله القلبيه دائما وبأقصى تقلص عندما يكون التحفيز كافيا وعلى عكس ذلك حيث لاتستجيب عندما يكون التحفيز ضعيفا.

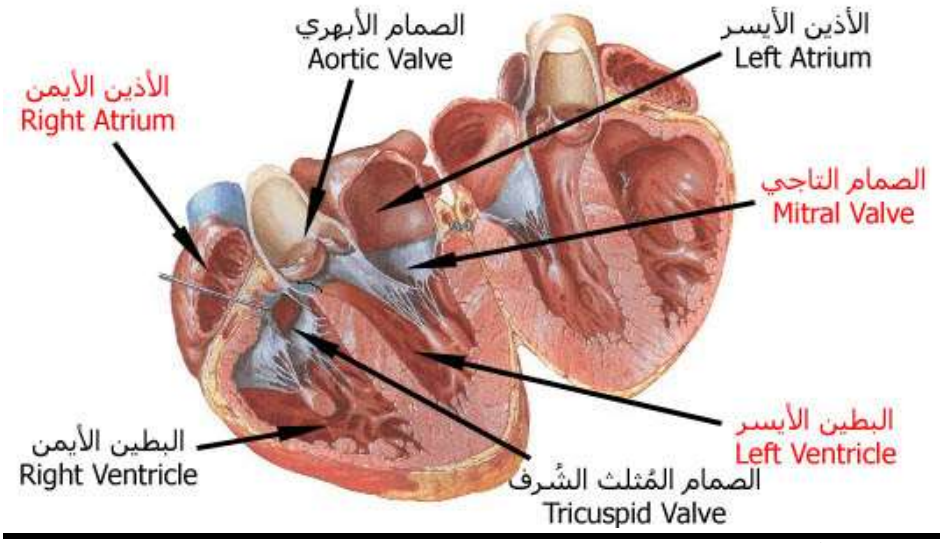
- دورة العصيان Refractory period

تطلق على المدة الزمنيه بعد انتهاء التقلص مباشرة حيث تكون العضله غير قابله للاستجابه لحلفز اخر , وتكون استجابة العضله القلبيه اطول بكثير من العضلات الهيكليه وهذا يساعد في عدم دخول العضله القلبيه في تقلص مستمر , ولذلك اهميه في عمل القلب لانه يعمل كمضخه تمر بمرحلتين انقباض حيث يضخ الدم الى الرئتين ومرحلة انبساط تمليء فيها تجاويف القلب بالدم القادم من الرئتين .

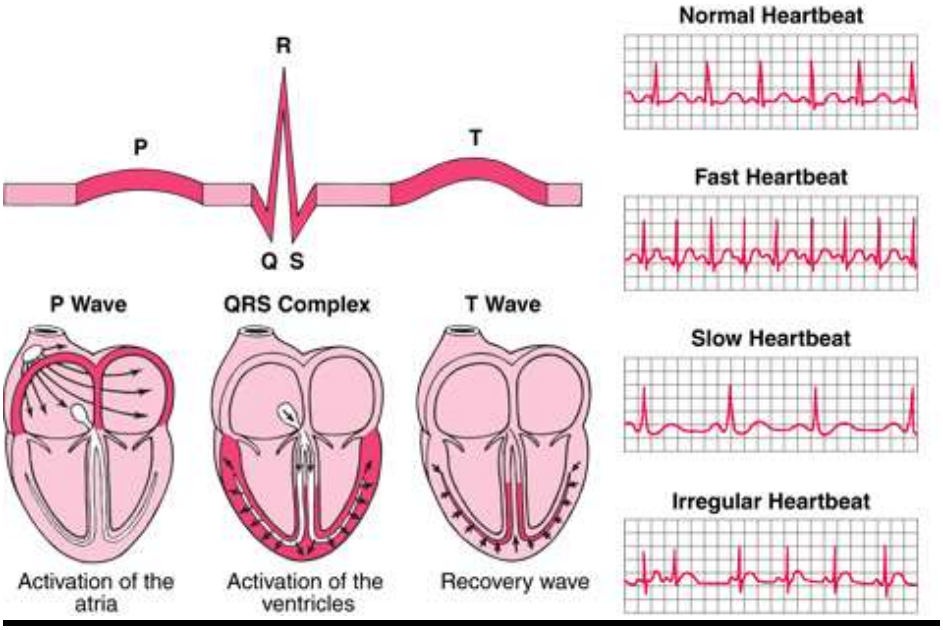
ان التقلص المستمر يفقد القلب قابليته كمضخه , فضلا عن ان اسنمرار انقباض القلب لبضع الثواني يؤدي الى توقف الدوره الدمويه وحدوث الاغماء والموت .

- قابلية التمدد

تستجيب العضله القلبيه للتمدد في اليافها مع زيادة قوة الانقباض ,وتسمى هذه الظاهره بقانون ستارلنج(**starling low of heart**) ويحدث التمدد في الياف العضلات عندما يمتليء القلب بالدم , وكلما كان الرجع الوريدي اكثر كان التمدد اكثر والنبض اقوى , وهذا السبب في قوة نبض الرياضيين عند ممارسة الرياضه بسبب تضاعف الرجع الوريدي , كذلك بفعل ضغط العضلات الهيكليه على الاوعيه الدمويه وبالتالي مضاعفة الضخ القلبي .



شكل رقم (٣٢) يبين الصمامات القلبيه والتجاويف



شكل رقم (٣٣) يبين الموجات القلبيه

ثانيا- الدم Blood

سائل احمر اللون نصف شفاف يحوي على مكونات خلوية وسائل البلازما , يحوى الجسم منه على ما يقارب ستة لترات , ويبلغ حجم الدم الكلي في الدورة الدمويه(٩%) من وزن الجسم والباقي(٩٢%) سوائل أخرى, ولاتآخذ خلايا الدم شكلا ثابتا لذا تسمى وفقا لمظهرها في الحاله الاعتياديه .

وظيفة الدم الأساسية نقل وايصال المواد المختلفة بين مختلف اجزاء الجسم اِضافة الى الوظائف الأخرى المتعددة التي سنتطرق لها لاحقا..

مكونات الدم

يتكون الدم من البلازما وخلايا الدم .

اولا - البلازما plasma

تشكل نسبة البلازما حوالي (٥٥%) من مكونات الدم. ,وهي سائل اصفر باهت اللون تتعلق فيه الاجسام غير السائله, وهي سائل الدم الذي يوفر وسطاً يعتبر دعامة للكريات الحمراء و البيضاء حتى يمكن ضخها عبر الأوعية الدموية , ويتكون أساساً من الماء اِضافة اِلى عدة(مواد عضويه ولاعضويه) من أهمها البروتينات (proteins) والأملاح (salts).

تتكون البلازما من :

٩١,٥% ماء water

٧%- ٧,٥% بروتين PROTEIN

١٠% مواد أخرى other substamse

يقسم البروتين إلى ثلاثة أقسام :

- الالبومين ٥٥% Albumine

- كلوبيولين ٣٨ % Globulin

- فايبرونوجين والبروثرومبين ٧% AND PROTHROMBIN fibrinogen

الالبومين

يشكل أكبر نسبة في البلازما وهو العنصر الأساسي الذي يعطي كثافة للبلازما , ويتميز بدقائقه الصغيرة لذلك فإن الالبومين هو أول نوع من البروتينات الذي يدخل محفظة بومان في الحالات المرضية ، والالبومين عامل مهم في المحافظة على توازن السوائل داخل الجسم عن طريق ما يسمى بالضغط الازموزي Asmotic pressure (معادلة الضغط) .

الكلوبيولين

هو جزيئات أكبر من الالبومين , وله فوائد كبيرة فهو يدخل في تركيب الهيموغلوبين وكذلك المايوكلوبين في العضلة كما إنه مسؤول عن تكوين الأجسام المضادة (Atntibodies) .

الفايبرونوجين

يدخل في عملية تخثر الدم , وهو موجود في الدم وعندما يتعرض للهواء يتحول إلى مادة نشطة تسمى **الفايبرين** وهذا يكون مادة هلامية حول منطقة الجرح ويعمل الخثرة (خلايا الصفائح الدموية) فالفايبرين هو الذي يجمعها حول الجرح .

وظائف بلازما الدم

- **تقوم البلازما بحمل الغذاء الى الأنسجة الجسميه** , و ذلك بجمع المهضوم من الطعام من الأمعاء وحمله في الشرايين الى خلايا الجسم , ويحمل الدم العائد من الأنسجة فضلات التمثيل العذائي عبر الأوردة ,حيث تحمل المخلفات الغذائيه الى اعضاء الافرازفي الكلى .

- نقل co2 المرتبط بالبلازما , الذي يتم حمله إلى الرئتين.

- إن المواد الصلبة الذاتية في البلازما تكون على هيئة بروتينات **تساعد في عملية التحكم في كمية الماء في الأنسجة** , وتكون كمية صغيرة من هذه البروتينات من أجسام مضادة **تساعد الكريات البيضاء في تحطيم الجراثيم المسببة للأمراض**.

- **حمل الهرمونات** التي تقوم بتنظيم فعاليات الاعضاء الحيويه في الجسم وتناسق وظائفها **والانزيمات** التي تحفز التفاعلات الكيمياويه .

- ضبط الضغط الازموزي ودرجة الحموضه بين الخلايا والدم لاحتوائها على المواد اللازمه لذلك مثل (الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والفوسفات)

ثانيا - خلايا الدم Blood cell

تشكل نسبة ٤٥% من مكونات الدم و تشمل :

- كريات الدم الحمراء (Red corpuscles or Erythrocytes) و التى تستمد صيغتها من الهيموغلوبين (Hemoglobin).

– كريات الدم البيضاء (White corpuscles)

– الصفائح الدموية (الاقراص الدمويه) (Platelets).

جميع هذه الخلايا اكبر من الكريات الحمراء ولكل منهم دور ووظيفه مختلف عن الأخرى, ومن الأمور الهامة أن يكون هناك توازن بين الكريات البيضاء و الحمراء ,إذ إن الزيادة الكبيرة أو النقص الكبير في أي منها قد يسبب أمراضاً معقدة و خطيرة وقد تكون مميته.

- كريات الدم الحمراء Red Blood cells) Erthrocytes ((R.B.C)

هي خلايا عديمة النواة مقعرة الجانبين , وذلك لزيادة التبادل الغازي بزيادة المساحة السطحية , يبلغ عددها(٤- ٥) مليون عند الرجال و(٤,٨) عند النساء قطرها ٧ مكرومترات , تتتكون في الكبد و الطحال وفي نخاع العظم الاحمر , ويحفز هرمون ايرثربوتين (Erythropoitin) على تكوينها , ويبلغ عمر الخلية الحمراء ١٢٠ يوم بعدها تتكسر وتخزن في الطحال ويجب تجديدها بآستمرار للتعويض عن الخلايا التي تموت , ويتم تجديد هذه الخلايا في نخاع العظم .

ومن خصائصها

- القدره على النفاذ الى الاوعيه الدمويه الشعريه.

- تحمل الهيموغلوبين الناقل للأوكسجين حيث يشكل نسبة(٤%) من حجم الخلية الحمراء و الذي يتكون من الهيم بنسبة ٤% و هو الذى يعطي اللون الاحمر للدم و المسؤول عن نقل الأوكسجين في الدم , و

الكلوبلين بنسبة ٩٦% وهو بروتين يوجد في الخلايا الحمراء وكل جزىء من الهيموغلوبين يقابله أربعة جزيئات من الهيم .
إن الغرام الواحد من الهيموغلوبين يمكنه الأرتباط مع (١,٣٤) سم^{٣} من الأوكسجين في الشعيرات الدموية للرئتين حيث يكون الضغط الجزئي للآوكسجين(١٠٤)ملم / زئبق مكوناً مركباً يدعى بالأوكسي هيموغلوبين , وهذا المركب لا يعد أوكسيداً حقيقياً بل يبقى الحديد فيه على شكل حديدوز ,لذا عند وصوله إلى أنسجة الجسم ينحل هذا المركب ويحرر الأوكسجين الذي يتم استهلاكه في الخلايا., حيث الضغط الجزئي أقل(٣٠ - ٤٠) ملم / زئبق

$$O_2 + Hb \longrightarrow Hbo_2$$

أوكسي هيموغلوبين

و تبلغ نسبة الهيموغلوبين عند الرجال(١٤ - ١٨) غم / ١٠٠ سم^{٣} وتقل لدى النساء حيث تتراوح بين(١٢ - ٥ ، ١٥) غم / ١٠٠ سم^{٣} .

<u>هناك عدة عوامل تؤثر في نقل الأوكسجين عبر الدم</u>

- **زيادة درجة الحرارة** , اذ تقلل من نسبة تشبع الهيموغلوبين بـ O_2.
- **الضغط الجزئي لـ Co_2.**
- **درجة الحامضية.**
- **الجهد البدني.**
- **المرتفعات حيث تقل نسبة O_2.**

- خلايا الدم البيضاء White Blood cells(leukoytes

هي خلايا عديمة اللون تحتوي علي نواة كبيرة الحجم يبلغ عددها (٥٠٠٠ ــ ٩٠٠٠)خلية /مللتر^{٣} من الدم ولاتحتوي على الهيموغلوبين , وهي مسؤولة عن المناعة في الجسم وتمتاز بقدرتها العاليه على الخروج من الاوعيه الدمويه لتهاجم المكروبات

داخل الخلايا وحولها لذلك فإن عمرها قصير جدا لايتجاوز (٤ – ٥ أيام) او عدة ساعات.

تقسم كريات الدموية البيضاء إلى نوعين :

أولاً :كريات الدم البيضاء الحبيبية

تحتوي على حبيبات سايتوبلازميه ولها نواة مفصصه وتشمل :

النتروفيل

يشكل ٥٠-٧٠% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهومتعادل الحموضه وله القدره على الحركه الاميبيه ليقوم بآلتهام البكتريا .

الايزنوفيل

يشكل ٢-٤% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهو حامضي له دور في بعض امراض الحساسيه.

البازوفيل

يشكل نسبة ٠-٤% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهو قاعدي يحتوي على الهيبارين والهستامين لذلك يمنع الجلطه الدمويه وله تآثير على الاوعيه الدمويه .

.

ثانياً : كريات الدم البيضاء الغير حبيبية

لاتحوي على حبيبات سايتوبلازميه وتشمل(المفوسايت والمونوسايت) :

اللمفوسايت

يشكل ٢٠- ٤٠% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء له دور في انتاج الا جسام المضاده , لتعمل كخلايا دفاعيه بحسب نوعها (TوB) . تقوم خلايا T بالمناعه الخلويه وتحمي الجسم من المكروبات والفايروسات وبعض البكتيريا التي تتكاثر في الجسم والتي لاتستطيع الاجسام المناعيه الوصول اليها , حيث تقوم بتدمير الخلايا المصابه . اما خلايا B تحمي الجسم من المكروبات الموجوده خارج الخلايا التي تتحد مع هذه السموم وتساعد في تدميرها .

المونوسايت.
تشكل ٢-٨%من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهي خلايا كبيره تقوم بدور كبير في مقاومة الالتهاب.

وظائف الخلايا الدمويه البيضاء
الوظيفة الآساسية لخلايا الدم البيضاء **هي الدفاع عن الجسم ضد الجراثيم** التي تغزو الجسم و تسبب الأمراض , حيث تزداد اعداد هذه الخلايا عند دخول جرثومة إلى الجسم و تهاجمها بطريقة الالتهام الخلوي (Phagoeytosis) حيث تحيط الكريات البيضاء بها ثم تبتلعها و تهضمها .
و تموث الكريات البيضاء في هذه العملية و تكون المادة الصفراء(الصديد) (Pus) و هكذا يتم تخليص الجسم من الجراثيم الضارة.
وفي بعض الأمراض المعدية يصبح عمل الكريات البيضاء أسهل بمساعدة مواد تسمى الأجسام المضادة Antibody الموجودة في البلازما , وبهذه الطريقة تتمكن الكريات البيضاء من أداء وظيفتها بسرعة أكبر, شكل (٣٤) .

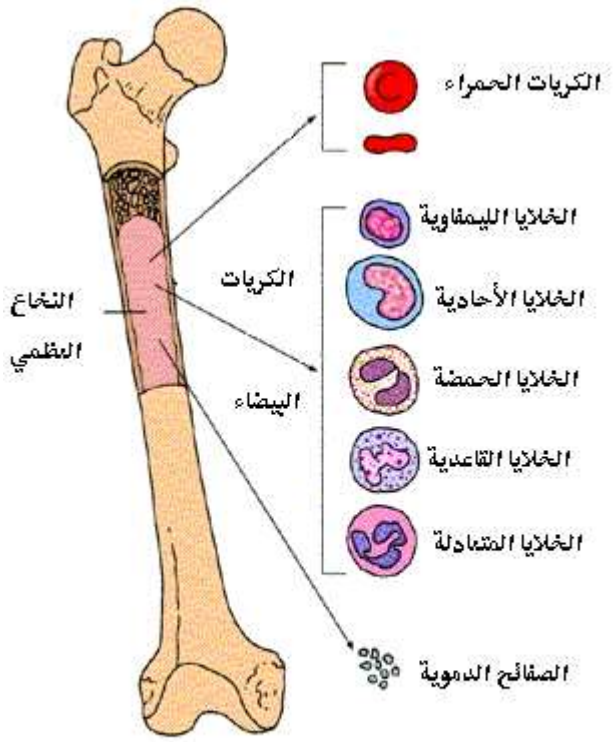
- الصفائح الدموية (platlates)
هي من العناصر غير السائله العالقه في بلازما الدم , وتظهر بشكل اجسام شبه صلبه مبعثره في الدم , وهي عباره عن **حطامات سايتوبلازميه ليس لها جدار خلوي خاليه من النواة, تتولد من خلايا اوليه كبيره تسمى ميكا كاريوسايت التي توجد في نخاع العظم** وتنشآ من الخلايا الشبكيه والمصليه كما يعتقد انها تنشآ ايضا من الخلايا المولده العظيمه الموجوده في الرئتين .
قطرها(٢-٣) مايكرون يبلغ عددها (٢٥٠,٠٠٠ – ٤٠٠،٠٠٠) صفيحة / ملليتر^{٣} من الدم ,و يزداد هذا العدد بعد اجراء التمرينات الرياضيه والجهد العضلي بشكل عام , كما تزداد في الحالات المرضيه وبعد النزف الدموي .

تلعب الصفائح الدموية دوراً هاماً **في زيادة كتلة الدم** و تبقى في الدم لبضعة ايام في حالة نقل الدم , وتقوم الصفائح الدموية **بالمساعدة في عملية تخثر الدم** , إذ إن الصفائح الدموية تتصف بقابلية الالتصاق بالسطوح الغريبه , وخاصة سطوح الاغشيه المصليه المتضرره والسطوح الزجاجيه , وتزداد هذه الظاهره بعد العمليات الجراحيه حيث تتفاعل في مكان الأصابة مع الخمائر ومواد أخرى متعددة وتسبب في إنتاج مادة الفايبرين (Fibrin) ويكون الفايبرين غشاء عبر الجزء المجروح يحتجز كريات الدم الحمراء مما يحدث الجلطة (clot).**<u>اهم وظائف الاقراص الدمويه:</u>**

- عملية التخثر
- انكماش الخثره الدمويه .

وظائف الدم العامه

- **إيصال الاوكسجين** إلى مختلف أنحاء الجسم .
- **طرد مخلفات التمثيل الغذائي** (co_2واليوريا والمواد الأخرى) لطرحها خارج الجسم
- **نقل المواد المسيطرة** (Regulating fater) مثل الهرمونات التي تفرز من الغدد الصماء الى الخلايا الهدف .
- **يحمل المواد المساعدة في التفاعل الانزيمات** .
- **نقل المواد الغذائيه المختلفة** (الكاربوهيدرات، الدهون ، البروتين ، الأملاح ، الفيتامينات)الى مختلف خلايا الجسم .
- **السيطرة وتنظيم حرارة الجسم** (Temprerture Regulatin) ضمن المعدل الطبيعي الذي يتراوح (٣٦،٦- ٣٧،٤) مئويه.
- **المحافظة على توازن السوائل في الجسم** .
- **الحفاظ على حامضية وقاعدية الدم PH** (Buffering Acid Base Balonce system) .
- **حمل الاجسام المضاده (المناعيه)والوظائف الدفاعيه في الجسم** .
- **السيطره على حجم الدم بواسطة بروتينات البلازما وتنظيم عمليه التخثر** للوقايه من النزف.



النخاع العظمي و خلايا الدم

شكل رقم (٣٤) يبين كريات الم الحمراء والبيضاء وانواعها

ثالثا- الأوعية الدموية Blood vessels

تشمل الاوعيه الدمويه**(الشرايين والاورده والشعيرات الدمويه الدقيقه)** وهي مسؤوله عن نقل الدم وتوزيعه الى اجزاء الجسم المختلفه لتمد الانسجه بالاوكسجين والمواد الغذائيه بشكل مستمر , وهي دائره مغلقه , وتعد قنوات الاتصال بين الجسم والقلب بالاتجاهين.

من الناحيه التركيبيه **تتكون الشرايين والاورده من ثلاث طبقات , الداخليه** التي تشكل بطانة الاوعيه الدمويه وتتكون من نسيج طلائي حرشفي بسيط ومن الانسجه الضامه المرنه **, والطبقه الوسطى** تتكون من نسيج عضلي واليف مرنه .ما**الطبقه الخارجيه** فتتكون من

الكـولاجين والاسـتين ,وتتكـون **الاوعيـه الدمويـه الشـعريه** مـن طبقـه واحده من الخلايا الطلائيه .

تقسـم الاوعيـه الدمويـه علـى اسـاس وظيفـي الـى ثلاثـة اقسـام (الشرايين والاورده والشعيرات الدمويه) :

اولا - الشرايين Arteries

هي اوعيه تحمل الدم الموكسج (بآستثناء الشريان الرئوي) من القلب الى جميع اجزاء الجسم تحت ضغط عال, وهي تحمل دما غنيا بالمواد المهضومه ونسبه قليله من الفضلات.

جـدارها سـميك ومطـاطي غنـي بالانسـجه العضـليه والالياف المرنـه ويحتوي على نسبه كبيره من النسيج العضلي الحشوي وعلى الرغم من وجود اختلافات بسيطة في نسيج الشرايين على اختلاف أجهزة الجسم ، إلاّ إنها تقوم على تركيب أساسي واحد حيث ان جدارها يتكون من ثلاث طبقات والطبقه الداخلية منها تتكون من الخلايا المسطحة وهي الملامسة للدم وطبقة رقيقة من نسيج طولي مرن أما الوسطى فتكون حلزونية مكونه من ألياف عضلية تغطيها طبقة لينة.

الشـرايين لاتحتـوي علـى صـمامات وتحـوي علـى تجـاويف صـغيرة القطر و يغذيها نـوعين من الاعصـاب احداهما لتنيه الجدار لاحداث التقلص والاخر لاحداث الانبساط العضلي لارتخاء الشرايين .

جميع الشرايين تتفرع من الشريان الابهر عدا الشريان الرئوي ويسير الشـريان الابهـر مـن البطـين الايسـر باتجـاه الرقبـه ثـم ينحنـي الـى اليسارو الاسفل حيث يغذي الرأس والذراعين ثم يتجه الى الاسفل موازيا للعمود الفقري ويصل الى الحوض والاحشاء الداخليه والجزء الاسفل من الجسم .

توجد الشرايين في جميع أنسجة الجسم وهي تحصل على الأوكسجين والغذاء من الدم الذي يمر من أوعية دموية دقيقة الموجوده على الطبقة الخارجية للشرايين نفسها , وتقوم الشرايين بنقل الدم إلى خارج القلب من البطين الأيمن والأيسر وقد يكون هذا الدم مؤكسجاً كما في (البطين الأيسر) أو غير مؤكسج كما في (البطين الأيمن) والدم المؤكسج ينقل

بواسطة الشريان الاورطي (Aorta Artery) أما غير المؤكسج ينقل بواسطة الشريان الرئوي (pulmonary artery), شكل (٣٥).

. ثانيا - الشعيرات الدموية capillaries

كلما ابتعدت الشرايين كلما زادت تفرغاً واصبحت متناهية في الدقة وهذه الفروع المتناهية تسمى (بالشعيرات الدموية) التي تربط نهايات الشرايين بالاورده تتبادل فيهما خلايا الجسم المختلفه احتياجاتها من الدم ,حيث تترشح من خلالها المواد الغذائية وا لأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون والفضلات .اذ تقوم بعملية تبادل بين الدم وخلايا انسجة الجسم المختلفه .

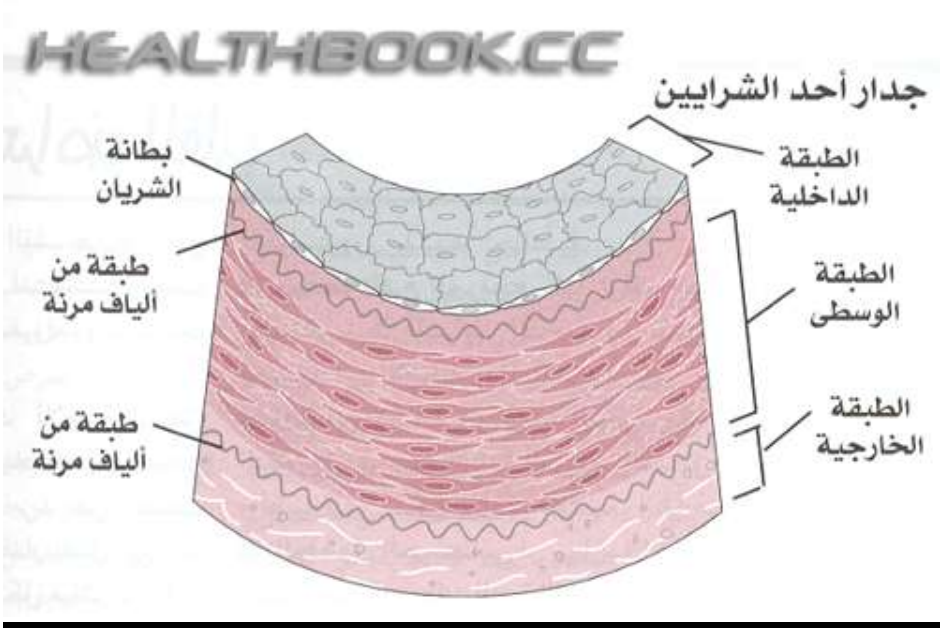
تتكون الشعيرات الدمويه من صف واحد من خلايا طلائيه مسطحه يبلغ سمكها (١٠٠٠/٢) من المليميترومتوسط طولها ١ملم ويبلغ قطرها (١٠٠٠/٨) من المليمتر يبلغ طول الشعيرة حوالي(٦/٥) ملم وقطرها ½ من قطر الشريان , وتتكون جدرانها من طبقة واحدة من الخلايا التي.يتم عبرها تبادل المواد بين الدم والسائل المحيط بالانسجه, يصل الدم إلى الشعيرات غنياً بالأوكسجين والمواد الغذائية ويتركها ثانية محملاً بالفضلات وخالي من الأوكسجين .

ثالثا - الأوردة veins

تؤدي الشعيرات الدموية إلى أوعية أكثر أتساعاً تعرف بالأوردة , تكون قريبه من سطح الجلد وتحمل الدم غير المؤسج والحاوي على الفضلات, وتحتوي على القليل من المواد المهضومه (بآستثاء الوريد البابي الكبدي) من مختلف انحاء الجسم الى القلب عدا(الاورده الرئويه التي تحمل دما نقيا الى الاذين الايسر) وان كل وعاء دموي (vessel) ينقل الدم إلى القلب يكون غير مؤكسج مثل الوريد الأجوف العلوي (superior vein)والوريد الأجوف السفلي (inferior- vein) ليصب في الاذين الايمن او الوريد الرئوي (pulmonary vein) الذي ينقل الدم النقي في الرئتين الى الاذين الايسر من القلب. .

الاورده اقل سمكا من الشرايين جدارها يتكون من نسيج عضلي والياف مرنه قليلا, لها تجاويف وهي اكبرقطرا من الشرايين .وتبدآ

من نهاية الشعيرات الدمويه, وهي القنوات التي يمر بها الدم عند العودة إلى القلب . ويعود الدم من الأطراف إلى القلب عبر الأوردة لذلك تحتوي على عدة صمامات يمنع الدم من الرجوع بالعكس .



شكل رقم (٣٥) يبين تركيب الاوعيه الدمويه

المبحث الثانى
تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

ان أداء التمارين الرياضيه والجهد البدني الشديد يزيد جريان الدم في العضلات الى حوالي ٢٠ ضعف , واذا ما علمنا ان العضلات تشكل مايقارب ٥٠% من مكونات الجسم فأن ذلك يعني ان جريان الدم الكلي في عضلات الجسم يزداد اثناء الجهد الشديد عن مستواه الطبيعي من ٥لتر/ دقيقه الى حد عالي يصل الى اكثر من ٢٠ لتر/ دقيقه مما يؤدي الى زيادة نتاج القلب الى اكثرمن خمسة اضعاف مستواه الطبيعي .علما ان معدل جريان الدم في العضلات اثناء الراحه يبلغ(٣- ٤) مللتر/ دقيقه /١٠٠غم من العضله , ولكن هذا المعدل يرتفع اثناء التمارين الشديده الى ١٥- ٢٥ ضعف حيث يصل الى (٥٠- ٨٠) مللتر/ دقيقه /١٠٠غم من العضلات .

يجري الدم في الشعيرات الدمويه للعضلات بشكل قليل جدا اثناء الراحه ولكن هذه الشعيرات تتفتح جميعها اثناء التمارينالرياضيه , ويؤدي ذلك الى تقصير المسافه التي يقطعهاالاوكسجين والمواد الغذائيه التي تترشح من خلال هذه الشعيرات الى الالياف العضليه , اضافة الى ذلك فأن المساحه السطحيه تزداد لتترشح عبرها كميه اكبر من المواد الضروريه من الدم الى العضله .

التدريب الرياضي المنتظم يؤثربشكل إيجابي على كافة وظائف القلب والجهاز الدوري.

و**التى يمكن ايجازها فيما يأتى :**

- **احداث تغييرات مورفولوجية وفسيولوجية في القلب والجهاز الدوري** ويعتمد هذا على مستوى التكيف على الحمل التدريبي نوع الحمل .

- رفع الكفاية الوظيفية لجهاز القلب والدورة الدموية ويظهر ذلك من خلال انتظام ضربات القلب وانخفاض سرعتها في الدقيقة الواحدة اثناء الراحه .

- زيادة الدفع القلبي وإعادة توزيع الدفع الدموي للأعضاء الجسمية العاملة وغير العاملة وأنسجة الجسم .-وان زيادة الدم المدفوع من القلب يؤدي إلى **تسريع إزالة حامض اللاكتيك المتجمع في العضلات نتيجة الجهد .**

- زيادة حجم الضربة بسبب زيادة حجم القلب للرياضين قياسا بغير الرياضيين ، هذا مما يزيد من حجم الدم المدفوع من القلب والذي بدوره يزيد من كمية o_2 المدفوعة إلى العضلات العاملة (أي التي تؤدي الجهد البدني) .

- أرتفاع الضغط الانقباضي وانخفاض الضغط الانبساطي

- رفع مستوى مطاولة الجهاز الدوري – التنفسي مما يدل على رفع درجة اللياقة البدنية وسلامة أجهزة الجسم الحيوية المختلفة وكفايتها .

- مقاومة التغييرات الحاصلة أثناء الجهد والتي تتمثل في (زيادة عدد الضربات القلبية ، زيادة الدين الأوكسجيني ، زيادة عدد مرات التنفس ، انخفاض تركيز الكلوكوز في الدم ، تغير نسبة حموضة الدم) والتي يصعب مقاومتها لدى غير الرياضيين .

القلب والانجاز الرياضي

تزداد حاجة الرياضي إلى كميات كبيرة من الدم المدفوع والذي يعبر عنه **بالناتج القلبي** أثناء القيام بالنشاطات البدنية , وان قيمة الدفع القلبي تزداد بشكل كبير حتى يصل خلال تمارين الشدة القصوى إلى (٢٥) لتر / دقيقة بسبب الحاجة إلى الأوكسجين في العضلات العاملة , وفي هذه الحالة تتوافق زيادة الدفع القلبي مع شدة الجهد حيث تسبب هذه **العمليه مايآتي**:

- نقصان توجه الدم إلى الأجهزة الأقل فعالية مثل الكبد والكليتين

- زيادة توجيه الدم إلى العضلات الأكثر فعالية بسبب الحاجة الأوكسجين .لذلك فإن التدريب الرياضي يحسن قابلية القلب على ضخ الدم ويسبب زيادة الكمية القصوى للناتج القلبي (أو الدفع القلبي) .

تأثير الحمل في وضع القلب

ان التغيرات الكيميائية التي تحصل في عضلة القلب عند اجراء تمارين مجهدة لفترة قصيرة (حمل شديد) ومن ثم اجراء تمارين بشدة متوسطة أثناء المطاولة (حمل فترة طويلة) **تتلخص كالأتي** :

- أثناء أداء تمارين الحمل العالي الشده يزداد استهلاك عضلة القلب لحامض اللبنيك في الدم ، وتستهلك كمية من الكلايكوجين والمايوكلوجين .

- أثناء أداء تمارين المطاولة يزداد أمتصاص عضلة القلب للكلوكوز من الدم

- زيادة نشاط الانزيمات التي تساعد في العمليات الأوكسجينية ،

التكييف الكيميائي غير متشابه في أنواع التدريب إنما يتلائم مع نوع معين وخاص من التدريب .

ان الذين يزاولون التدريب الرياضي بشكل منتظم تكون **ضربات القلب في الدقيقة لديهم أقل** من الذين لا يزاولون الرياضة , وهذا الاختلاف يحصل نتيجة تكيف جهاز القلب والدورة الدموية على نشاط عضلي منتظم لفترة طويلة .

ان كمية الدم التي يدفعها قلب الرياضي في كل ضربة**)تصل إلى ثلاثة أضعاف ما يدفعه قلب الغير رياضي** نتيجة لكبر حجم القلب

الرياضي قياساً بحجم قلب غير الرياضي ، وان هذه **الزيادة في كمية الدم المدفوع من القلب تزيد من كمية الأوكسجين المدفوع للعضلات المشتركه في الجهد** بغية إزالة الكميات المتزايدة من حامض اللبنيك المتجمع في العضلات نتيجة استمرار الجهد .

<u>التغييرات الكيمياوية في عضلة القلب جراء التدريب</u>

تحدث في عضلة القلب عدة تغييرات كيميائيه جراء التدريب الرياضي منها :

- زيادة بناء البروتينات في العضلات وفي عضلة القلب .

- رفع كمية المايوكلوبين في القلب مما يساعد على تحسين قابلية العضلة على الإنجاز عندما يقل التمويل بالأوكسجين .

- تزداد قابلية العضلة على استقبال كمية أكبر من الكلوكوز واللاكتيك في الدم أثناء التدريب عند المتدربين إلى الضعف قياساً بغير المتدربين.

- إعادة الـ ATP في العضلة يسلك سلوكاً أوكسجينياً تأكسدياً .

تختلف عضلة القلب عن العضلات الأخرى , حيث **ان نشاط العضلات يتصاعد** بشكل كبير الى حد التعب بسبب شدة الايض (التمثيل الغذائي) الذي يصل إلى عشرة اضعافه أثناء الجهد **(وهذا لا يحصل في عضلة القلب)** وقد يصل عدد ضربات القلب إلى ٢٠٩ ضربة / دقيقة ولكن عند تكيف حجم القلب (زيادته) قد يصل القلب إلى عدد ضربات اكثر.

أثناء التدريب البدني يرتفع إنتاج الطاقة وتحويلها , وهذا يعتمد بشكل أساس على كمية أستهلاك الأوكسجين واستقباله في اجهزة الجسم ويقوم الدم بتوصيل الأوكسجين إلى الأجهزة الجسميه وبلاخص العضلات لانجاز عملها , وبذلك **يرتفع حجم الاوكسجين في عضلة القلب مما يزيد من كفاءة وظائف القلب** .

بشكل عام فإن **التغيرات التي تحدث في عضلة القلب عند اجراء التمرينات بشدد مختلفه يمكن ايجازها كمايأتي :**

- النشاط الشديد لفترة قصيرة

- يحصل تغيرات في الدم.
- تستهلك العضلة القلبية كمية من الكلايكوجين والمايوكلوبين ويزداد ايضا استهلاك العضلة القلبية لحامض اللبنيك .
- زيادة الانزيمات المساعدة في العمليات اللأوكسجينية .
- زيادة القابلية على مقاومة الحموضه أي زيادة الخواص التنظمية للدم (البفر PH) .

- النشاطات المتوسطة الشدة ولفترة طويلة

- يزداد امتصاص عضلة القلب للكلوكوز في الدم .
- انخفاض الحموضة (أي زيادة قيمة PH) في الأنسجة .

كمية الدم والنشاط الرياضي

لا يبقى حجم الدم في الجهاز الدوري ثابت خلال الدقيقة , ويختلف بحسب نشاط الجسم ، فأثناء الرياضة العنيفة تزداد ضربات القلب مما يزيد من الناتج القلبي ، حيث يزداد حجم الجزء الأكبر من الدم الذاهب إلى العضلات ، وهكذا تزود العضلات بكمية كبيرة من الأوكسجين الذي تحتاجه لتغطية نشاطها , ويتم التحكم في كمية الدم لكل عضو من الجسم بوساطة الشرايين , فعندما تنشط الاعضاء تتسع الشرايين لتسمح بكمية أكبر من الدم للمرور فيها وفي الشعيرات الدمويه , ويحدث العكس في حالة الراحة ، حيث تنقبض الشرايين ويقل سريان الدم فيها , ومن الملاحظ ان جدران البطين الأيسر أكثر سمكاً من جدران البطين الأيمن , وذلك لإنه يقع عليه عبء كبير أثناء ضخ الدم إلى كافة الجسم في حين البطين الأيمن لايعمل سوى ضخ الدم إلى الرئتين .

تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعيه الدمويه

ان العامل المهم في الوظيفه القلبيه الوعائيه اثناء التمارين الرياضيه هو ايصال الاوكسجين والمواد الغذائيه الاخرى الى العضلات , ويزداد جريان الدم لهذا الغرض زياده كبيره اثناء التمرين .ان عملية التقلص في البدايه تقلل مؤقتا من جريان الدم في العضلات لان العضله

المتقلصه تضغط على الاوعيه الدمويه داخل العضلات , ولذلك يؤدي التقلص التوتري الشديد الى تعب العضلات السريع بسبب عدم ايصال كميه كافيه من الاوكسجين والمواد الغذائيه اثناء التقلص المستمر .
عند القيام بجهد رياضي يزداد الدفع القلبي عند الرياضيين وتزداد الحاجه الى الاوكسجين والغذاء , كذلك تزداد النفايات مما يتطلب التخلص منها , لذا يزداد جريان الدم الى العضلات زياده كبيره اثناء التمارين الرياضيه , ويمكن ان تصل الى ٢٥ ضعف اثناء التمارين الشديده , وان نصف هذه الزياده تنتج عن التوسع الوعائي داخل العضله والذي تسببه التأثيرات المباشره لزيادة الفعاليه الايضيه نفسها والى عوامل عده اهمها زيادة الضغط الشرياني اثناء التمارين والذي يصل الى ٣٠% مما يؤدي الى ضخ كميات اكبر من الدم .

ان سرعة سريان الدم في الأوعية الدموية تختلف وكما يأتي :

سرعة الدم في الشريان الاورطي(الابهر)	٩٠سم / ثانية
سرعة الدم في شريان متوسط الحجم	١٥سم / ثانية
سرعة الدم في شعيرة دموية	٥سم / ثانية

المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل في القلب :

أولاً : معدل ضربات القلب(سرعة القلب) (النبض)

هو من المؤشرات المهمة جداً في تقويم العمل الرياضي وتعود اهميته لسببين :

– مؤشر سهل القياس , حيث توجد وسائل مباشره وغير مباشره لقياسه .

– يعكس الحالة الوظيفيه للقلب .

يتراوح النبض الطبيعي للإنسان البالغ عند الراحة من (٦٠ – ٨٠) نبضه في الدقيقة أما عند الرياضيين فيكون أقل حسب الفعالية الرياضية ,ففي تدريبات المطاولة يصل النبض إلى (٤٠ – ٤٥)نبضه بالدقيقة وقت الراحه .

ان زيادة انجاز القلب أثناء الحمل يتطلب زيادة في عدد ضربات القلب في الدقيقة , والزياده في سرعة القلب لحد معين , اذ ان سرعة النبض

لاتتيح للقلب وقتا كافيا لكي يعاود امتلائه بالدم في وقت الانبساط , و لذلك ان درجة الانتفاع تهبط عندما تزيد ضربات القلب عن ١٧٠ ضربه في الدقيقه حيث يتناقص صادر القلب .
ان ضربات القلب أثناء الراحة لدى المتدرب تتحرك بنفس النظام لغير المتدرب . إلاّ ان المتدرب يستفاد من انخفاض تردد الضربات في الدقيقة أثناء الراحة من خلال الأستفادة من الأوكسجين بصورة أفضل في الجهاز المحيطي .
تختلف الزياده في ضربات القلب عند اداء الجهد البدني من فرد الى اخر وايضا تختلف حسب نوع الرياضه الممارسه والفتره الزمنيه للجهد .

تنظيم ضربات القلب

ينظم ضربات القلب الجهاز العصبي الذاتي (الودي ونظير الودي) وتزداد ضربات القلب عند تحفيز الاعصاب الوديه, فيما تقوم الاعصاب نظير الوديه بخفض ضربات القلب , وعلى الرغم من ان هذه الاليه هي الاساس الا انه توجد عوامل اخرى ذات علاقه بذلك مثل هرمون الابنفرين الذي يعمل على تسريع ضربات القلب .
تنتج الاشارات العصبيه من مركزيين خاصيين يوجدان في النخاع المستطيل احداهما يزيد من سرعة القلب والاخر يعمل على تبطئته وتبدآ هذه الاشارات من هذين المركزين وتصل القلب عن طريق العصب السمبثاوي والعصب الحائر (العصب الدماغي العاشر) ويعمل المركزان بشكل متضاد لنشاط الاخر .
في الحاله الاعتياديه يوجد هناك توازن بين عمل هذين الجهازيين مع تغلب بسيط لتآثير العصب الحائر, ولكن عند المجهود الرياضي تزداد سرعة القلب نتيجة انخفاض نشاط المركز المبطيء للسرعه , وبعد فترة (١٥- ٣٠) دقيقه ينشط مركز اسراع القلب ,ونتيجة التغيير السريع حتى قبل اداء الجهد الرياضي بسبب العامل العصبي وليس الكيميائي ولكن العاملان(العصبي والكيميائي) بعد فترة من الجهد يشتركان في زيادة سرعة القلب وهذا يعني ان التغيير في نشاط المراكز الخاصه بسرعة القلب هو الذي يحدث زيادة سرعة القلب .

وهناك عوامل كيمائيه تسبب زيادة سرعة القلب عند الجهد الرياضي مثل افراز الابنفرين من الغده الكظريه الذي يزيد من سرعة تقلص عضلة القلب وشدة تقلصه وكذلك النور ابنفرين الذي يفرز من نهايات العصب السمبثاوي وله نفس تأثير هرمون الابنفرين على القلب , كذلك زيادة ثاني اوكسيد الكربون في الدم ونقص الاوكسجين وزيادة حامض اللبنيك في الدم جميع هذه العوامل تسبب تقلصات الجهاز العضلي مما يرفع كمية الدم العائد الى القلب وارتفاع درجة الحراره الجسم حوالي (١- ٣) درجه مئويه , وان زيادة العائد الدموي الى القلب يتطلب زياده في سرعة القلب حتي لايبقى الدم في الاورده , كذلك ارتفاع درجة الحراره تزيد سرعة القلب , كل هذه العوامل تزيد من سرعة القلب مما يحفظ نسبه عاليه لضغط الدم في الاوعيه الدمويه .

العوامل المؤثره في سرعة القلب (النبض)

تشمل **(السن والجنس , وضع الجسم , درجة الحراره , حالة الجسم البدنيه والنفسيه**
الهضم ,الجهد العضلي , الامراض , الهرمونات ,الايونات)

- **السن والجنس**

ان معدل ضربات القلب لدى الأطفال أكثر من (١٣٠) مره بالدقيقه ثم تقل تدريجيا حتى تصل ٧٠ ضربه بالدقيقه عند البالغين ثم تزداد عند الشيخوخه (٧٥-٨٠) ضربه في الدقيقه حيث يزداد قليلاً عندما يتقدم الإنسان بالعمر , كذلك يزداد النبض عند الإناث قياساً بالذكور.

- وضع الجسم

وضع الجسم يؤثر على المعدل الطبيعي للنبض , إذ يزداد في اليقظة عما هو عليه أثناء النوم , ويزداد أثناء الوقوف عما هو عليه أثناء الجلوس والاستلقاء.

- درجة الحراره

ان منظم النبض (pacemaker) حساس جدا لاي تغيير في درجة الحراره, حيث تزداد سرعة القلب عند التعرض لبيئه مرتفعة

الحراره وتقل عند التعرض للدرجات الحراريه المنخفضه وتصل الزيادة في سرعة القلب من(١٠ – ٤٠) نبضه في الدقيقة نتيجة لزيادة درجة الحرارة , لذلك يمكن تفسير تسارع القلب اثناء الحمى الذي يعد دليلا عليها .

- حالة الجسم البدنيه والنفسيه

الرياضيون المتدربون يمتازون بآنخفاض سرعة القلب في وقت الراحه، ويزداد النبض أثناء الجهد والإنفعالات النفسيه الساره والمفرحه والغضب والخوف ويقل عند الحزن ويحدث ذلك بسبب تحفيز القلب .

- الهضم

تحدث زياده في سرعة القلب لفتره تتراوح من ٢-٣ ساعات بعد تناول الغذاء وذلك يتوقف على نوع الغذاء وامكانية هضمه .

- الجهد العضلي

تزداد ضربات القلب عند القيام بمجهود عضلي بسبب حاجة العضلات الى كميات اكبرمن الدم المؤسج لامداد العضلات بالطاقه اللازمه للنشاط , وتتناسب هذه السرعه مع شدة الجهد وتعود سرعة القلب الى الحاله الطبيعيه بعد انتهاء الجهد .

- الامراض

تزيد من سرعة القلب وتعد زيادة سرعة القلب دليلا على الحمى.

- الهرمونات

تلعب افرازات الغدد الصماء دورا كبيرا في التأثير على ضربات القلب حيث بعضها ترفع من سرعته , مثل الابنفرين الذي تفرزه الغده الكظريه كما يقوم هرمون النور ابنفرين الذي يفرزعند نهايات العصب السمبثاوي بنفس تأثير هرمون الابنفرين.

.الايونات

ان قوة ضربات القلب تعتمد على الايونات وبخاصه الموجبه منها مثل (الكالسيوم , البوتاسيوم والصوديوم).

ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم

الناتج القلبي أو (الدفع القلبي) يعرف على **انه كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة ويقاس باللتر أو الملتر ,** وهو من المؤشرات المهمة في تطوير كفاءة القلب والجهاز الدوري التنفسي , حيث تحصل عند الرياضي زيادة في حجم الضربة وبالتالي زيادة الناتج القلبي..

يمكن التعبير عن العلاقة بين الدفع القلبي وحجم الضربة والمعدل القلبي بالمعادلة التالية :

الدفع القلبي = حجم الضربة x المعدل القلبي (عدد ضربات القلب)

حيث ان :-

حجم الضربة : هو كمية الدم التي يضخها.القلب في الضربة الواحدة

المعدل القلبي : هو عدد الضربات القلبيه خلال الدقيقه الواحده.

العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي

- **رياضة المطاولة تؤدي إلى زيادة حجم التجاويف القلبية مما تؤدي الى زيادة كمية الدم .**
- **زيادة قوة العضلة تؤدي إلى زيادة الدفع القلبي من الدم في كل ضربة .**
- **زيادة حجم الدم الوريدي العائد للقلب .**

كذلك ان لوضع الجسم تأثير في الناتج القلبي ، فكمية الناتج القلبي عند الاستلقاء تزيد عنها أثناء الجلوس وتزيد بدورها عن الوقوف فضلاًعن نوع النشاط الممارس .

تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي

ان تغيير وضع الجسم يصاحبه تغييرات في الدوره الدمويه لكي يتمكن الجسم بالاحتفاظ بوضعه الجديد دون اجهاد, ولايشعر الفرد بهذه التغييرات في الحالات الطبيعيه ولكن تبدو اكثر وضوحا عند الاصابه او المرض.

يظهر تأثير الجاذبيه الارضيه عند الوقوف مقارنة بوضع الاستلقاء حيث تعمل على الاحتفاظ بالدم في الاجزاء السفلى من الجسم وهذا يتطلب من الجهاز الدوري جهدا كبيرا لضمان وصول الدم الشرياني الى الاجزاء الاخرى من الجسم وعدم تجمعه في جزء دون اخر .ويتم ذلك بأن يقتصر توزيع الدم على نطاق ضيق مما يسهل عودة كميه كافيه من الدم لمليء القلب حتى يكون هناك دفع قلبي مناسب .
اما عند المصابين والمرضى فأن الدم يتجمع بكميه كبيره في الاحشاء مما يسبب نقص كبير في كمية الدم العائده للقلب وبالتالي انخفاض في الدفع القلبي , ويزداد الدفع القلبي عند الاستلقاءعنه من وضع الجلوس والوقوف.
الدفع القلبي عند الذكور في وضع الاستلقاء ٤،٢ لتر و٣،٩ لتر عند الوقوف يقابله عند الاناث ٣،٤لتر في وضع الاستلقاء و٣،٣ لتر عندالوقوف.
تزداد سرعة القلب عند الوقوف لذا كلما ازدادت فترة الوقوف يقل الدفع القلبي رغم زيادة سرعة القلب , ويؤثر الوقوف الطويل على الدوره الدمويه ويسبب زيادة حجم الساقين عند غير المتدربين من طويلي القامه بينما تقل الدوره الدمويه عند قصار القامه والذين يقومون بتدريبات رياضيه , الافراد الذين لايتكيف الجهاز الدوري لوضع الجسم يتميزون بعدم استقرار وضع اجسامهم وذلك محاولة لتقليل فرص ركود الدم في الاجزاء السفلى للجسم .

<u>حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضي</u>

يتزايد حجم الضربة مع معدلات الزيادة في الجهد ، حيث يزداد حجم الضربة حوالي من (٤٠-٦٠%) أثناء التدريب ،
حجم الضربة لغير المدرب يكون من (٥٠-٦٠) ملليمتر وقت الراحة , وعندما يبذل جهداً بدنياً يصل حجم الضربة إلى (١٠٠-١٢٠)ملليمتر ، أما حجم الضربة عند المتدرب وقت الراحة من(٨٠ - ١١٠) ملليمتر وعند اداء جهد بدني يصل حجم الضربة إلى(١٦٠-٢٠٠)ملليمتر .جدول (١)

تأثير الرياضه على الدفع القلبي

يدفع القلب في كل نبضه حوالي ٧٠سم٣ من الدم من كل من البطين الايمن الى الرئتين والبطين الايسرالى الشريان الابهر وتسمى هذه الكميه من الدم بالدفع القلبي للنبضه الواحده ويدفع القلب حوالي ٤-٥ لتر من الدم في الدقيقه , وعند اداء اي جهد رياضي فان الدفع القلبي يزداد عند الشخص العادي الى ٢٠ لتر بينما عند الرياضي فتصل الى ٤٠ لتر ويتوقف ذلك على شدة الجهد الرياضي وسرعته, .فالتقلصات العضليه السريعه تسبب دفع قلبي اكبر من التقلصات البطيئه لنفس المجهود , وذلك لان التقلص العضلي السريع يعمل على زيادة سرعة عودة الدم للقلب فيزيد من الدفع القلبي , وهذا لايحدث عند التقلص العضلي البطيء.

ان زيادة التمرين تسبب زياده كبيره في الدفع القلبي في الدقيقه في حالة النشاط الرياضي العنيف حيث يدور في الجسم حوالي ٦-٧ مرات في الدقيقه .لذلك فأن القلب يقوم بمجهود كبيراثناء الرياضه العنيفه وان زيادة الدفع القلبي ترجع الى زيادة الضغط الدموي وزيادة كمية الدم الوارده الى القلب فعندما يرتفع الضغط الدموي يقوم القلب بمجهود كبير لدفع الدم الى الشريان الابهر وعليه ان يقوم بزيادة شدة تقلصه وهذا مايسبب زيادة حجم القلب عند الانبساط.

ان ممارسة الرياضه تزيد من الدفع القلبي في الدقيقه نتيجة زيادة الدفع القلبي للنبضه (حجم الضربه) وهذه الزياده يتحكم فيها القلب كذلك تحدث بسبب زيادة عدد نبضات القلب والتي تتحكم فيها الاعصاب (العصب السمبثاوي المغذي للقلب الذي يزيد من نشاطه اثناء المجهود الرياضي) وهذا مايحدث زياده في الدم العائد الى الاذين الايمن في القلب ويزيد في توتره و من قوة انقباضه وبالتالي زيادة الدفع القلبي .

يمكن تدريب القلب على الجهد الشديد ويحدث ذلك نتيجة زيادة نمو عضلة القلب وقدرتها على التمدد , وقد يصل حجم الدفع القلبي للنبضه الواحده الى اكثر من ١٥٠سم٣ وهذا مايفسر انخفاض نبض المتدربين عن غير المتدربين في اوقات الراحه.

هناك علاقه وثيقه بين نتاج الشغل واستهلاك الاوكسجين ونتاج القلب اثناء التمارين الرياضيه , وذلك لان نتاج الشغل العضلي يزيد من

استهلاك الاوكسجين والذي بدوره يوسع الاوعيه الدمويه فيزيد العائد الوريدي ومن نتاج القلب .
يبلغ نتاج القلب الاعتيادي عند الراحه ٥،٥ لتر / دقيقه ويرتفع عند اثناء التدريب الى ٢٠ لتر/ دقيقه لدى غير المتدرب بينما يرتفع الى ٤٠ لتر/ دقيقه لدى عدائي المسافات الطويله .لهذا فأن نتاج الشغل عند الشخص السوي يمكن ان يرتفع الى اكثر من اربعة اضعاف بينما لدى الرياضي المتدرب جيدا يزداد الى حوالي ستة اضعاف او اكثر .

ثالثاً : حجم القلب

حجم القلب من المؤشرات الفسيولوجية المهمة وله تأثير كبير في عمل جهاز القلب والدورة الدموية , وان التدريب يسبب تضخما في عضلة القلب مما يزيد من حيويتها وقدرتها على القيام بنشاطها , ويبلغ حجم القلب عند الرجل في الحالة الأعتيادية (٦٥٠ – ٧٠٠) سم^3 ، أما عند النساء فيبلغ(٥٨٠)سم^3 ، ويتميز قلب الرياضي بكبر حجمه بنسبة ٣٠% مقارنة بغير الرياضي حيث يصل حجم القلب عند الرياضيين الأعتياديين (٨٠٠ - ٩٠٠) سم^3 , وقد يصل في بعض الحالات إلى(١٢٠٠) سم^3 واحياناً يصل حجم القلب إلى (١٧٠٠) سم^3 , وعند الوصول إلى هذا الحجم يسمى بالتضخم المرضي , حيث يجب أجراء الفحوصات اللازمة للتأكد من سلامة القلب .
ترجع زيادة حجم قلب الرياضي الى طبيعة التدريبات التي يمارسها وخصوصا تنمية المطاوله , لان العمل العضلي في الالعاب التي تعتمد على المطاوله تمتاز بالاستمراريه , كما ان تدريبات المطاوله تستوجب استهلاك كبير للاوكسجين مما يؤدي الى زيادة الطلب على الاوكسجين وهذه الحاله تؤدي الى تحميل كبير لجهاز القلب والدوران عن طريق تجهيز العضلات العامله بالاوكسجين لذلك فأن التدريب الرياضي على المطاوله يسبب حدوث زياده في حجم القلب, ومن الجدير بالذكر ان عدائي المسافات الطويله يمكنهم تحقيق نتاج قلبي يبلغ حوالي ٤٠% اكثر من الاشخاص غير المتدربين, ويعود ذلك الى تضخم تجاويف القلب لديهم يصاحبها ايضا زياده في كتلة القلب بمقدار ٤٠% او اكثر , الا ان هذه الزياده في سعة ضخ القلب وتضخمه تحدث في التدريب

الرياضي (التحمل الطويل) ولاتحدث في انواع الرياضات القصيره , ورغم كبر قلب عدائي المسافات الطويله مقارنة مع الاشخاص الاسوياء لكن نتاجه عند الراحه متساوي تماما , كذلك ويمتاز الرياضي بحجم ضربه اكبر من السوي الا انه عند الراحه تكون سرعة القلب عند الرياضي اقل مقارنه بغير الرياضي .

حجم الضربه

سرعة القلب

(مل)

ضربه / دقيقه

عند الراحه

٧٥ غير رياضي

٧٥

راكض مسافات ١٠٥

٥٠

الطويله

عند الشد العضلي

غير رياضي ١١٠

١٩٥

راكض المسافات ١٦٢

١٦٢

الطويله

جدول رقم (١) يبين سرعة القلب بالدقيقه عند الراحه والجهد بين غير الرياضيين وعدائي المسافات الطويله

ان زيادة حجم القلب تنتج تبعا لسلسله من المؤثرات والعوامل المختلفه والتي تسبب تكيفات متناسبه مع شدة وحجم ومدة دوام المؤثر .

تكون الزيادة في اتجاهين :

– زيادة سمك العضلة القلبية (جدار العضلة)حيث تحدث نتيجة تغيرات تركيبيه للالياف تتمثل في زيادة وزنها وتضخم الالياف والتي يسببها التوسع (اطالة الالياف والتوسع)

– زيادة في حجم التجاويف القلبية (إتساع حجرات القلب) .

ان الزيادة في حجم القلب تكون نتيجة الضغط المتكرر على عضلة القلب والذي يسبب نمو عضلة القلب فيزداد وزنها نتيجة التوسع في الليف العضلي حيث تتخثن الالياف وتزيد المساحة التي ينتشر خلالها الأوكسجين في طريقه من الأوعية الدمويه الشعرية مما يؤدي إلى تعويق وصوله إلى مركز الليف العضلي في حالة(التضخم المرضي)وقد يكون هذا النقص في الأوكسجين عاملاً مهماً في عملية التكيف بالنسبه للرياضيين.

عند الزياده في الحجم التدريبي عادة تكون على حساب شدته مما يسبب زياده في اجهاد جدران القلب في نهاية الانبساط , ونتيجة هذا الاجهاد يحدث تكييف وظيفي للجدران بزيادة لويفات عضليه على التوالي مما يؤدي الى زيادة حجم وحجرات (تجاويف القلب) وهذا يجعلها تستوعب الزياده في حجم الدم نهاية الانبساط , ويؤدي ذلك الى زيادة وبناء لويفات عضليه بطريقة لامركزيه على امتداد الليف العضلي .

ان زيادة حجم التدريب (تدريبيات المطاوله) تعمل بشكل طردي على زيادة حجم تجاويف القلب على حساب الزياده في سمك القلب , اما في فعاليات القوه فأن الزياده في شدة الحمل تؤدي الى زيادة مقاومة الاوعيه الدمويه نتيجة الضغط المسلط على العضلات الهيكليه , وهذا مايتطلب جهد الانقباض للقلب لورود الدم الى العضلات الهيكليه , مما يتطلب بناء لويفات عضليه جديده بصوره متوازيه (بطريقه

لامركزيه) لكي يوازي الزياده وبالتالي يؤدي الى زيادة قوة جدران القلب..

لذك فأن حجم القلب ينمو بناءا على مايأتي :

- **زيادة اتساع تجويف القلب**
- **زيادة حجم العضله القلبيه**
- **الدمج بين اتساع تجويف القلب وزيادة حجم عضلة القلب**

, ويعد الدمج بين اتساع عضلة القلب وزيادة حجم العضله القلبيه من اكثر الاسباب التي تزيد من حجم العضله القلبيه

.

رابعاً : عدم أنتظام ضربات القلب

ان عدم أنتظام ضربات القلب يكون نتيجة لسببين هما :-

- حالة مرضية

أي وجود خلل في العضلة القلبية أو أرتفاع الضغط الدموي أو خلل في الأشارات الصادرة عن العقدة الحبيبية الأذينية .

- حالة تكيف فسيولوجية

تحدث في رياضة المطاولة وهو مؤثر إيجابي يدل على تطور وظيفي في قلب الرياضي , حيث يقل الأعتماد على الجهاز العصبي المركزي وزيادة الأعتماد على العقدة الحبيبية الأذينية ويحصل ذلك لدى الرياضيين المتدربين نتيجة التكيف الحاصل عن التدريب .

خامساً : الضغط الدموي

هو القوه المسلطه من الدم على جدران الأوعية الدموية والذي يعتمد على مقدار حجم الدفعة القلبية .

او هو القوه التي يسلطها الدم على وحدة المساحه من جدار الاوعيه الدمويه .

ان كمية الدم الذي يدفعها القلب تؤدي إلى سريان الدم في الشرايين مما يؤدي إلى زيادة الضغط داخل الأوعية الدموية , ويساعد انقباض الشرايين على زيادة مقاومة سريان الدم لذا على القلب ان يزيد من قوة

الضخ ليدفع الدم خلال الشرايين الضيقة , وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط , والعكس يحصل حيث يؤدي اتساع الأوعية الدموية إلى إنخفاض الضغط الدموي .
يزداد ضغط الدم مع أزدياد حجم الدم ويقل بقلته ,ويؤثر التدريب الرياضي أثناء الجهد العضلي في زيادة ضربات القلب وهذا ينعكس على زيادة كمية الدم المدفوع إلى الدورة الدموية , مما ينتج عنه زيادة في قيمة الضغط الدموي ، أما عند اداء التمرينات الرياضية لفترة طويلة فينخفض الضغط الدموي تحت المعدل الطبيعي , ويستجيب القلب لهذا الأنخفاض نتيجة زيادة إنقباضه , وتزداد ضربات القلب عن الحد الطبيعي عما هو عليه في وقت الراحة ،

يقسيم الضغط الدموي إلى:

- الضغط الدموي الانقباضي

هو الضغط الذي يتولد نتيجة لقوة انقباض العضلة القلبية ودفع الدم داخل الشرايين مضافاً إليها مقاومة جدران الشرايين لمرور الدم ويبلغ (١٢٠- ١٤٠)ملم زئبق ويرتفع خلال الجهد والتوتر العصبي والنفسي وتناول الاملاح .

- الضغط الدموي الإنبساطي

هو الضغط الناتج عن انبساط العضله القلبيه والذي يتولد في الشرايين . او

هو الضغط الذي يتولد نتيجة انقباض الأذينين ومرور الدم من الأذينين إلى

البطينين فضلاً عن عودة جزء من الدم في الشريان الأبهر والبطين الأيسر وارتطامه بالصمام الهلالي ويسمى احياناً بالضغط الواطىء ويساوي (٧٠- ٨٠) ملم زئبق .

العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي

- كمية الدم المدفوع الى الشرايين خلال الدقيقه فكلما زادت ارتفع الضغط الدموي واذا قلت انخفض الضغط الدموي .

- **المقاومه المحيطيه** الناتجه عن الاوعيه الدمويه وتعود الى مايلي :

- **مساحة المقطع العرضي للاوعيه الدمويه** , حيث تزداد المقاومه المحيطيه للوعاء الدموي مع نقصان المقطع العرضي للوعاء.
- **لزوجة الدم** , كلما زادت لزوجة الدم زادت المقاومه المحيطيه للوعاء الدموي واذا قلت لزوجة الدم سال بسهوله وقلت مقاومته وانخفض ضغطه .
- **الجهد البدني** , يزداد الضغط الدموي الانقباضي مع زيادة الجهد ويزداد قليلا او لايتأثر الضغط الدموي الانبساطي .
- الجاذبيه الارضيه , تؤثر الجاذبيه الارضيه على جهاز القلب والدوران وحسب وظيفة الجسم , حيث يزيد الضغط اذا كانت الحركه عكس اتجاه الجاذبيه والعكس صحيح .

<u>تنظيم ضغط الدم</u>

يتم التحكم وظيفيا بضغط الدم من خلال كمية الدم المدفوعه في الدقيقه عن طريق مركزان عصبيان في النخاع المستطيل(المسرع والمثبط) ففي حالة ارتفاع الضغط الدموي لاي سبب كان يرسل هذا المركزسيالات عصبيه الى العصب التائه فيؤدي الى تقليل النبض , وبالتالي تقل كمية الدم المدفوعه مما يؤدي الى خفض ضغط الدم الى ان تصل الى الحدود الطبيعيه , ويحدث عكس ذلك في حالة انخفاض ضغط الدم حيث ترسل سيالات عصبيه من هذا المركز الى العصب السمبثاوي والذي يعمل على تثبيط عمل العصب التائه ويقوم بزيادة كمية الدم الدفوعه مما يزيد الضغط الدموي الى حد الوصول الى حدوده الطبيعيه .

تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم

عند القيام بأي جهد بدني فأن حاجة الجسم للاوكسجين تزداد ولكي يتمكن الجسم من سد النقص الحاصل يزيد من كمية الدم الوارد الى الرئتين خلال الوحده الزمنيه , ويتم ذلك بزيادة سرعة الدم والتي بدورها ترفع من ضغط الدم اي ان زيادة ضغط الدم خلال الجهد الرياضي تضمن للجسم كميه كافيه من الاوكسجين , وكذلك فأن التقلص العضلي الحاصل يسبب ضغطا على الاوعيه الدمويه المتفرعه داخل العضلات مما يسبب ضيق هذه الاوعيه ويزيد المقاومه الطرفيه التي يلاقيها الدم اثناء سيره في العضله , ولكي يتمكن الجسم من تزويد العضله بالدم يجب ان يرفع ضغط الدم ويتغلب على المقاومه الطرفيه ,لذلك فان زيادة ضغط الدم **عند اداء عضلي تسبب مايلي مجهود:**

- زيادة سرعة الدم للحصول على كميه كافيه من الاوكسجين
- التغلب على زيادة المقاومه الطرفيه في شرايين العضلات عند تقلصها لضمان وصول الدم .

ومن الجدير بالذكر ان الجهد الرياضي يؤثر على الضغط الانفباضي وقليل التأثير على الضغط الانبساطي .

يزداد تأثير الجهد الرياضي على الضغط الدموي بزيادة شدة الجهد وارتفاع ضربات القلب حيث يرتفع الضغط الدموي , وقد يصل ارتفاع الضغط الانقباضي الى ٢٠٠- ٢٣٠ملم / زئبق , وتكون زيادة الضغط الدموي قليله عند الاشخاص المدربين بالمقارنة مع الاشخاص الغير مدربين اذا ما تساوى ضغط الدم عندهما وقت الراحة , وبعد القيام بالجهد يقل ضغط الدم بشكل تدريجي حتى الوصول الى الحالة الطبيعية.

ان انخفاض الضغط هنا سببه توقف تأثير التقلص العضلي في دفع الدم في الاوردة وكذلك زيادة عدد الشعيرات الدموية المتفتحة تحت تأثير نفايات الجهد العضلي كحامض اللبنيك او البوتاسيوم.

اسباب ارتفاع ضغط الدم اثناء الجهد العضلي

- زيادة الاشارات العصبيه التي ترسلها المنطقه الحركيه من القشره الدماغيه الى المراكز الخاصه بسرعة القلب والمركز العصبيه الحركيه للاوعيه الدمويه .

- زيادة كمية ثاني اوكسيد الكربون نتيجة النشاط العضلي وكذلك تجمع حامض اللبنيك, مما يحدث تغييرات كيميائيه في الدم والذي يؤثر بشكل مباشرعلى مراكز تقلص الاوعيه الدمويه فينبهها للعمل .

الفصل الخامس
فسيولوجيا الجهاز التنفسي

المبحث الاول
الجهاز التنفسي Respiratory System

مكونات الجهاز التنفسي

اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

- الأنف : (Nose)

البلعوم

الحنجرة

القصبة الهوائية

وظائف الممرات الهوائية

ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين

الرئتان

الحويصله الدمويه

انواع التنفس

ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركه في عملية التنفس

حركات التنفس

عمليات التنفس

الضغط داخل الرئه

الضغط داخل الغشاء البلوري

مكونات هواء التنفس

التهويه في الجهاز التنفسي

تبادل الغازات

تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوى

تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم

تبادل الغازات بين الدم والانسجه

آلية التحكم وتنظيم عمليه التنفس
المراكزالتنفسيه Respiratory Centre
المراكز التنفسيه والنشاط البدني
العوامل التي تؤثرعلى المراكز التنفسيه
وسائل ضبط التنفس
- الضبط العصبي
- الضبط الكيميائي

المبحث الثاني

السرع والاحجام التنفسيه وتاثير النشاط الرياضى على التنفس

سرعة التنفسٌ Rate of Respiration
العوامل المؤثره في سرعة التنفس
أحجام التنفس
- السعه الشهيقيه
- السعه الاحتياطيه للزفير
- السعة الحيوية Vital capacity-
- السعة الكلية للرئتين Total Lung Capacity
- السعه التنفسيه العظمى Maximum Ventilation
- التهويه الرئويه اللازمه Ventilatory Requirement
- أحتياطي التنفسي للتهويه Breathing Reserve
- معامل التنفس (الحاصل التنفسي) Respiratory Quatient
تاثير النشاط الرياضى على التنفس
- التغيرات عند القيام بمجهود متوسط الشده ولمده طويله:-
- التغيرات فى التنفس عند القيام بمجهود عنيف ولفتره قصيره
التنفس عند الضغوط المختلفه
التنفس وعلاقته ببعض انواع الرياضه :-
تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي

المبحث الاول
الجهاز التنفسي Respiratory System

الجهاز التنفسي

هو مجموعة الأعضاء التي تؤدي وظيفة التنفس ويتكون من (**الرئتين , والممرات الهوائية المختلفة**) ويقوم الجهاز التنفسي بمد الدم بالأوكسجين بصورة مستمرة التي تحتاجها ملايين الخلايا الجسميه لاطلاق الطاقه التي تحتاجها للقيام بوظائفها الحيويه و التخلص من ثاني أوكسيد كاربون الى الخارج , ويتم ذلك عبر تداخل نسيجي فاعل بين جدران الشعيرات الدمويه وجدران الحويصلات الرئويه ويحتاج الفرد الى كميه معينه من الاوكسجين وبصوره مستمره لاكسدة المواد العضويه والحصول على الطاقه اللازمه للنشاط العضلي . **وتسمى عملية تبادل الغازات بين الكائن الحي والمحيط الخارجي بالتنفس .**

مكونات الجهاز التنفسي

تشمل

اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

يشمل الانف والبلعوم والحنجره والقصبه الهوائيه وشعبتيها والقصيبات الهوائيه والقصيبات النهائيه , ويبلغ حجم الهواء في هذا الجزء حوالي ١٤٠سم٣ ويطلق عليه بالفسحه الخامله (dead space).

ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين

تشمل (**القصيبات التنفسيه والقنوات الحويصليه والحويصلات**)شكل (٣٥).

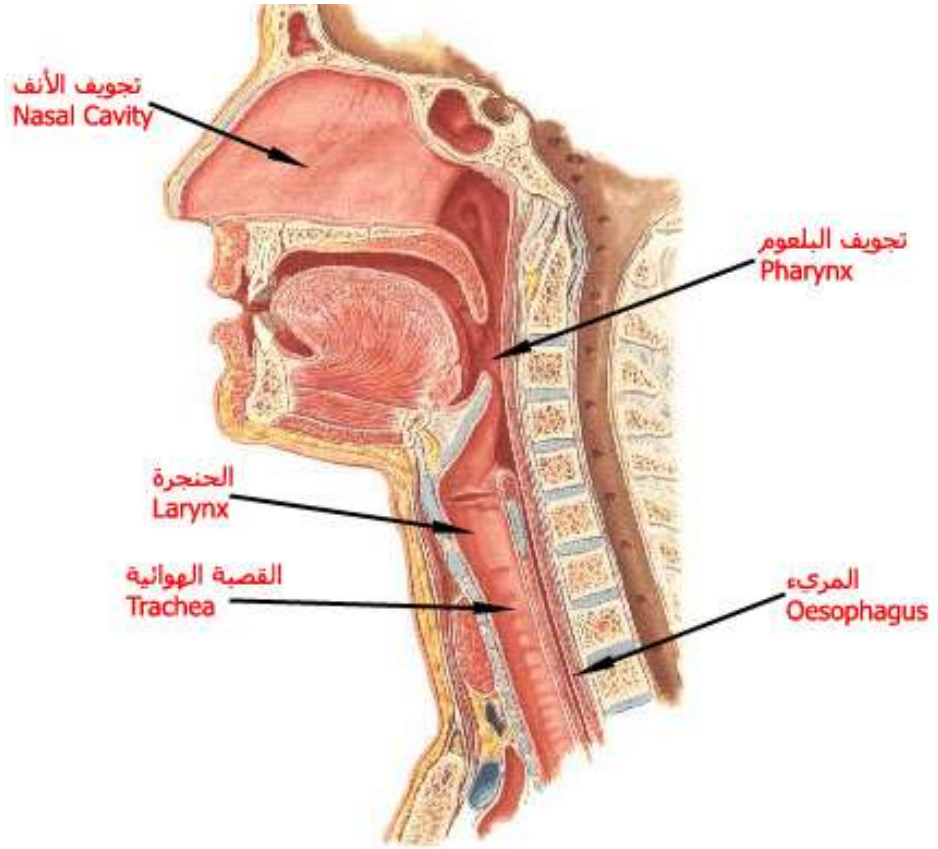
اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

- الأنف Nose

هو البوابة الرئسية لممرات التنفس , يقسم في وسطه بواسطة جدار رأسي ايمن وايسر ويتشكل في جزءه الخلفي العظم وفي جزءه الامامي غضروف , يدخل الهواء الى الانف بواسطة المنخرين الذين يحويان على الشعر الذي يترشح فيهما الغبارونقسم تجاويف الأنف الى ثلاثة ممرات على جانبي الجدار بواسطة نتؤات عظمية تنمو من الجدران و تغطي هذه النتؤات بغشاء مخاطي كما تغطيه الاهداب التي تقوم بتوزيع الماده المخاطيه على سطح البطانه حيث تلتقط الفضلات , وهو رطب وسميك حيث يلامس الهواء الذي يدخل جدرانها الدافئة المبللة فيصبح الهواء رطباً ودافئاً ومرشحاً من الغبار بواسطة الشعر الموجود في الانف قبل الوصول الى الرئتين , ويتميز الانف بكونه مبطن بغشاء مخاطي وتوجد تحت بطانته شبكه من الاوعيه الدمويه التي تساعد في تدفئة الهواء. وهكذا تتم تنقية الهواء من المواد الغريبه وترطيبه ورفع درجة حرارته .

البلعوم

هو انبوب يشبه القمع طوله ١٣سم ويمتد من المنخرين الى العنق ,يتكون جداره من عضلات هيكليه يغطيها غشاء مخاطي ,يقع خلف الأنف و الفم حيث ينفتحان عليه , و بذلك فهو يعمل على توصيل الهواء و الغذاء أيضاً , و يؤدي طرفه السفلي الى المرئ حيث يذهب الغذاء, أما الهواء فيذهب خلال فتحة في الجدار الأمامي و يدخل الحنجرة لذا فأن وظيفته تمرير الهواء والغذاء ويعمل ايضا كحيز لرنين الاصوات .

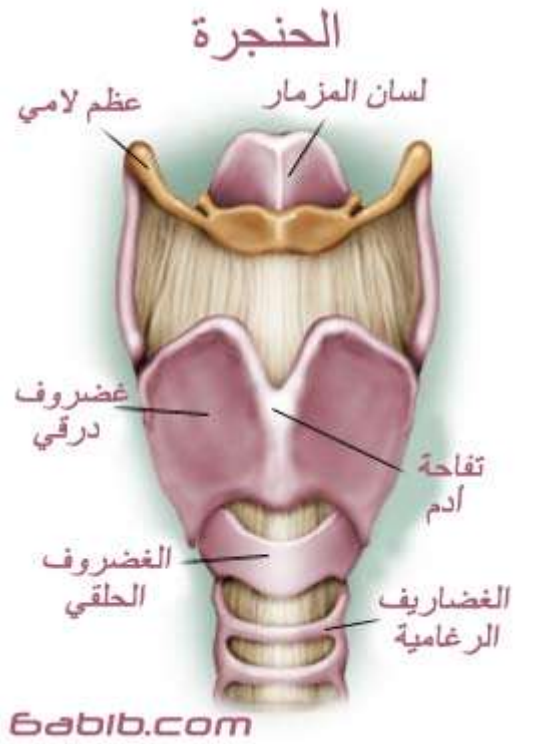


شكل رقم (٣٥) يبين الممرات الهوائيه في الجهاز التنفسي

الحنجرة

هي صندوق غضروفي صغير, يتكون جدارها من تسعة غضاريف يسمى الجزء الامامي الذي يشكل البروز في مقدمة العنق (**تفاحة آدم**) ويبطن الحنجره نسيج طلائي يحتوي على خلايا تفرز ماده مخاطيه لتنقيه هواء الممرات التنفسيه من الغبار, ويفصل بينها وبين تجويف البلعوم غشاء متحرك يطلق عليه (**لسان المزمار**) حيث يسمح هذا الغشاء للهواء بالمرور بحرية بين البلعوم و الحنجرة , وتغلق هذه الفتحة عند إبتلاع الطعام حتى لايسير نحو الرئة .

اضافه الى كون الحنجره مسارا لهواء التنفس فهي عضو الصوت لكونها تحتوي على الحبال الصوتية التي تقع داخل تجويفها على شكل طيه لحميه صغيره شاحبه اللون من الغشاء المطاطي ولها صفة المطاطيه, تتذبذب الحبال الصوتيه نتيجة ضغط مرور الهواء عليها في عملية الزفير لانهما يكونان متباعدين في عملية الشهيق وعندما يمر الهواء بينها الذي يحركها فتحدث الأصوات التي تصدر عند الكلام , وللحبال الصوتيه قابلية التقرب والابتعاد وكذلك التقلص والانبساط , لذا فآن الفسحه بينهما تضيق وتتسع للحفاظ على ممر مفتوح لمرور تيار هواء التنفس , أما الجزء السفلي من الحنجرة فيؤدي مباشرة الى القصبة الهوائيه , شكل (٣٦).



شكل رقم (٣٦) يبين تركيب الحنجره

القصبة الهوائية

هي قناة أسطوانية يبلغ طوالها حوالي (١٠ – ١٢) سم وقطرها (٢،٥) سم يتكون جدارها من(١٦- ٢٠) حلقه نصف دائريه(حلقات غضروفيه غير كامله) مبطنه بنسيج طلائي يحوي اهدابا , لذا تبقى مفتوحة بأستمرار عن طريق حلقات غضروفية غير كامله من الخلف وترتبط هذه الحلقات بآغشيه مطاطيه ولهذا تكون القصبه الهوائيه مفتوحه دائما مما يساعد على مرور الهواء خلالها بحرية , وفي نفس الوقت تسمح القصبه الهوائيه بمرور الطعام في الجزء العلوي من المريء الواقع خلفها .

, وتتكون بطانتها من نسيج طلائي طبقي كاذب يحوي على اهداب وخلايا مخاطيه لالتقاط الشوائب العالقه في الهواء ودفعه الى الاعلى باتجاه الفم بحيث يتم ابتلاعها او بصقها.

وفي نهاية التشعب ينتهي الغضروف وتحل محله العضلات الملساء , كما يحل مكان النسيج الطبقي الكاذب نسيج طلائي مكعب وتنتهي الشعيبات بمجموعه من الحويصلات الرقيقة الجدران ومحاطه بشبكه من الاوعيه الدمويه الشعريه ,
.تقع القصبه الهوائيه امام المريء وتمتد من الحنجره الى مستوى الفقره الصدريه الخامسه و تنقسم الى شعبتين من طرفها السفلي يسرى ويمنى تسمى بالشعبه القصيبيه و تؤدي كل منها إلى أحدى الرئيتن ثم تنقسم هذه الشعب الى شعيبات صغيرة داخل الرئتين(٢٠ – ٢٢) تفرع.لتصل جميع جوانب و أجزاء الرئة وتحتوي على شعيبات ثانويه متعدده ومتسلسله تسمى **بالقصبه الهوائيه** والتي بدورها تتشعب الى اصغر تسمى **بالقصيبه النهائيه** ثم تتشعب القصيبات النهائيه هذه الى شعب ادق تسمى **بالقصيبه التنفسيه** حيث تتشعب هذه الى قنوات دقيقه **تسمى بالقنوات الحويصليه**, لانها تنتهي بالحويصلات الرئويه .
ان كل قصيبه تنفسيه تستمر في تشعبها حتى تنتهي بالحويصلات ويطلق على القصيبه التنفسيه مع قنواتها الحويصليه وحويصلاتها النهائيه **بالوحده الرئويه Lung unit** وأن الجزء التنفسي الاسفل يتكون من عدد كبير من الوحدات الرئويه .

أن هذه الأجزاء التنفسيه العليا تعد ممرات هوائية تنفسية فقط., ولايحصل فيها التبادل الغازي لذا تسمى بـ المجال , وتعد الأسناخ الرئوية هي المجال الفعال في عملية التبادل الغازي , ورغم ذلك فأن للمرات التنفسية دوراً حيوياً في عملية التنفس من خلال و ظائفها الآتية :

وظائف الممرات الهوائية

- **تدفئة هواء التنفس** عند مروه عبرها وتماسه مع الغشاء المخاطي المبطن للأنف والاوعيه الدمويه في الغشاء .

- **تشبع الهواء ببخار الماء ,** حيث تتم في القسم العلوي من الممرات التنفسية تشبع (٧٥%) منه أما الـ (٢٥%) فيتم تشبعها في الأسناخ الرئوية .

- **تنقية هواء التنفس من الشوائب العالقة به** , وذلك يتم بواسطة الشعيرات الموجودة في الأنف و أهداب الغشاء المخاطي المبطن للأنف والممرات التنفسية العليا حيث أنها تتحرك من الداخل الى الخارج بأتجاه واحد لتطرد الشوائب من الهواء التنفسي وتتقلص عضلاتها لطرد المواد الغريبه, وكذلك تتشط منعكسات العطاس و السعال اللذان يعدان عمليات زفيرية لطرد الشوائب .

- **أختبار رائحة هواء التنفس ,** ذلك لوجود حاسة الشم في بداية الممر التنفسي , حيث أن العصب القحفي الأول (عصب الشم) ينتهي بالقسم العلوي من الغشاء المخاطي للأنف يسيطر الجهاز العصبي الذاتي بفرعيه السمثاوي و الباراسمثاوي على الممرات الهوائية التنفسية حيث يؤدي تنبيه العصب السمبثاوي إلى توسيعها وبذلك تقل المقاومة لدخول الهواء أما تنبيه العصب الباراسمبثاوي فيقوم بتضييق الممرات الهوائية التنفسية الى درجة أنغلاقها .

الرئتان

تعد الرئتان عضوا التنفس الرئيسي , وهما عضوان ضخمان يقعان على جانبي القفص الصدري, احداهما اليسرى على جانب القلب والأخرى على يمنيه , تمتد الرئتان من الحجاب الحاجز الى الترقوتين(عظمتي الترقوه) ,شكل (٣٧)..

نسيجهما أسفنجي , ويحيط بكل رئه غشاء رقيق يسمى **(غشاء الجنب)** البلورا Pleura و تبطن طبقتة الخارجية تجويف الصدر وتفصل بالسطح الداخلي للأضلاع والسطح العلوي للحجاب الحاجز ,وينطوي على نفسه ليعود ثانية مكونا طبقه غشائيه تلتصق على السطح الداخلي للاضلاع اما الطبقه الخارجيه (الجداريه)من الغشاء

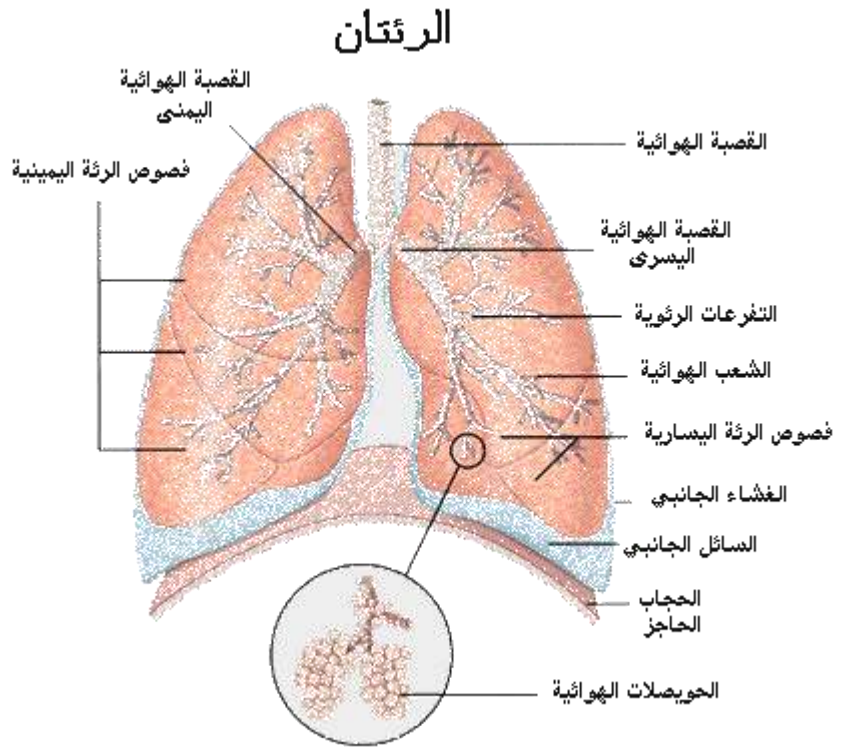
تـبطن جدار الصـدر بينمـا تغطـي الطبقـه الداخليـه للغشـاء (الطبقـه الاحشائيه) الرئتين لانها تحيط بالرئه , وتنفصل مجموعة الاغشيه عن بعضها بتجويف يسمى (**الجوف الجنبي**) يحوي على سائل مصلي ملينا يمنع الاحتكاك بين الطبقه الخارجيه والداخليه لغشاء الجنب ولكنه يسمح للحركه بسهوله اثناء التنفس . ويمتد جوف الجنب في كل جانب نحو الاسفل فيشغل الزاويه المحصوره بين الحجاب الحاجز وجدار الصدر , حيث يفيد هذا الامتداد كفسحه احتاطيه تمتد فيها الرئه عند نمددها وتوسعها , ويحتوي جدار كل رئه انسجه مرنه وعدة اعصاب واوعيه دمويه.

تنقسم الرئة اليمنى الى ثلاثة فصوص و اليسرى الى فصين و ينقسم كل فص الى حوالي (٢٠٠) فصيص يحتوي كل منهما على عدة اكياس هوائية (**حويصلات**) التي لها بنيه اسفنجيه ناعمه. وتتفرع الشعبة التي تدخل الفصيص الى قنوات أصغر تسمى (**شعيبات**) و تنقسم هذه بدورها لتزود كل حويصلة بفرع صغير شكل (٣٨).

لانعتبر اجزاء الرئه جميعها اعضاء تنفس , والجزء الذي يحدث فيه التنفس يتكون من فصوص مرتبطه مع بعضها بواسطة اليـاف , والقصوص تتكون من شعب هوائيه تنفسيه نهائيه وحويصلات هوائيه وكذلك شعيرات دمويه واوعيه لمفاوي .

يتكون الجزء التنفسي من طبقه واحده من الخلايا المسطحه وتحمل الأوعيه الدموية الدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون الى الشعيرات الدموية التي تحيط بكل حويصلة , و يدخل CO_2 الحويصلة وتمتص O_2 بدلاً منه ثم يجمع هذا الدم المؤكسد في الأوردة التي تعيده الى القلب .

, اما بقية اجزاء الرئه الاخرى فلا تشترك في عملية التنفس ,ويتكون هذا الجزء من افرع القصبه الهوائيه والتي تتكون من قطع غضروفيه مسطحه ومبطنه بغشاء ولها اهداب وبعض العضلات .



شكل رقم (٣٧) يبين التراكيب في الرئتين

شكل رقم (٣٨) يبين الشعيبات الهوائيه والحويصلات الهوائيه

الحويصله الدمويه

تحوي الرئه حوالي ٣٠٠مليون حويصله تغطي مساحه تقدر (٧٠) متر مربع للقيام بعملية تبادل الغازات .

يتم تبادل غازي الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون عبر اغشية حويصلات الرئه واغشية الشعيرات الدمويه ويسمى مكان التبادل هذا (الغشاء التنفسي) والذي يتكون من :

- غشاء الحويصله الرئويه (نيسج حرشفي بسيط متكون من طبقه خلويه واحده).
- غشاء الشعيرات الدمويه المتكون من نسيج حرشفي بسيط متكون من طبقه خلويه واحده .
- غشاء قاعدي خارج الغشائين اعلاه سمكه لايتجاوز (٠،٠٠٠٥) ملم جداره مكون من خلايا اكوله وخلايا ليفيه وعضليه وحويصليه كبيره تمنع انهيار حويصلات الرئه وانهيارها ومن الياف مرنه .

انواع التنفس

يكون التنفس على نوعين هما ::

- التنفس الخارجي

أي دخول و خروج الهواء داخل و خارج الرئة, حيث يحصل الجسم على الاوكسجين من الجو بواسطة الجهاز التنفسي .

ويكون على مرحلتين :

- دخول الهواء الخارجي بواسطة الممرات التنفسيه العليا والسفلى حتى يصل الحويصلات الرئويه .
- مرحلة تنافذ الغازات (الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون) في هواء الحويصلات عبر اغشيتها الرقيقه وبين الشعيرات الدمويه .

- التنفس الداخلي

أي التبادل العكسي للغازات بين الهواء في الرئتين من جهه و الدم و الخلايا من الاخرى , لتحصل الخلايا على احتياجها من الاوكسجين عن طريق الدم .حيث يستخدم الأوكسجين في الأيض الهدمي للمواد لأنتاج الطاقة في الخلايا .

ويكون على مرحلتين :

- مرحلة تنافذ الغازات (الاوكسجين وثاني اوكيد الكربون) بين الدم وخلايا الانسجه المختلفه .
- مرحلة الاكسده والاحتراق داخل الانسجه الجسميه المختلفه التي تتم بمساعدة الانزيمات وتنتهي بتكوين الطاقه والمخلفات .
يتم التخلص من ثاني اوكسيد الكربون من الخلايا بنفس الطريقه حيث ينتقل من الخلايا الى الدم ويحمله الجهاز التنفسي الى الرئتين ليتخلص منه في هواء الزفير , ويعمل الدم كوسيط بين نوعي التنفس اذ يعد العنصر الاساسي في نقل الغازات المختلفه بين مواضع التنفس الخارجي والداخلي في كلا الاتجاهين .

ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركه في عملية التنفس

تقع الرئتان في تجويف الصدر يحيط بها من الاعلى ومن الجانبين القفص الصدري بعضلاته واضلاعه ومن الاسفل الحجاب الحاجز ويتحرك الصدر للامام اثناء الشهيق والى الاسفل اثناء الزفير .

لعضلات المشتركه في عملية التنفس

عضلات القفص الصدري وتشمل:

اولا - العضلات بين الضلعية :

تشمل (العضلات مابين الاضلاع الداخليه والخارجيه) وهي عضلات ذات الياف قصيرة مرتبة بشكل مائل وعند انقباضها تتحرك الأجزاء الأمامية من الاضلاع وعظم القص الى الأعلى ,ونتيجه ذلك تحدث زيادة في قطر التجويف الصدري , كما تحدث زيادة مماثلة في حجمه , وعند النساء تحدث زيادة أكبر لذا نلاحظ النساء يستنشقن هواء أكثر

.ثانيا - العضله الصدريه العريضه ,

ثالثا - العضلات رافعة الاضلاع ,

رابعا - العضلات المسننه العليا والسفلى

خامسا- عضلة الحجاب الحاجز diaphragm

عضلة على شكل صفيحة ترتبط بالجزء الأسفل من الصدر وتفصله عن تجويف البطن تشبه القبه , وعند انقباضها تنبسط هذه القبه وتزيد من أتساع تجويف الصدر وبنفس الوقت تدفع محتويات البطن الى الأسفل وهذا مما يجعل البطن تبرز قليلاً عند الشهيق ,(٣٩).

حركات التنفس

اولا - حركة الصدر التنفسيه

تتم بحدوث نوعين من الحركات الاساسيه :

- تقلص وانبساط الحجاب الحاجز

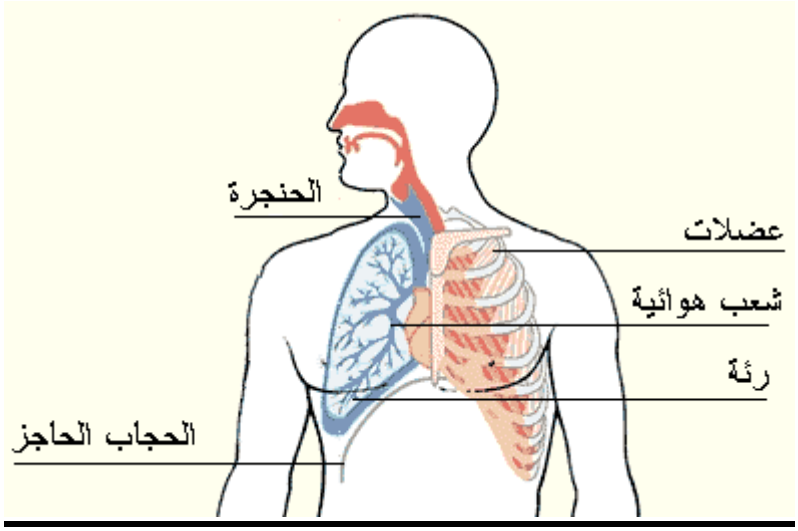
- الحركات الضلعيه بسبب تقلص وانبساط العضلات مابين الضلعيه (الخارجيه والوسطى والداخليه) تكون هذه اكثر وضوحا عند النساء **خاصة عند الحمل.**

ثانيا- حركة البطن التنفسيه

وتتم بنوعين من الحركات **:**

- الحركه الحجابيه التي سبق شرحها .

- حركة جدار البطن , وتتم بحركة البطن نحو الامام والجانبين او العكس , بسبب ضغط الاحشاء الداخليه المندفعه نحوه عند تقلص عضلة الحجاب الحاجز, او بسبب تقلص عضلات جدار البطن .وتكون اكثر وضوحا عند الذكور .



شكل رقم (٣٩) يبين اجزاء الجهاز التنفس وعضلات التنفس

عمليات التنفس

تنقسم عملية التنفس الى عملية **شهيق** وعملية **زفير**:

اولا- عملية الشهيق inspiration

يوجد حول الجزء السفلي داخل الصدر عضلة مزدوجة (الحجاب الحاجز) التي تكون على شكل قبة حيث تتسطح وتنخفض نحو الاسفل عند تقلصها عند أستنشاق الهواء (الشهيق) تاركه فراغا فوقها داخل الصدر ويزيد أتساع الفضاء في الصدر اي يزيد القطر الطولي للصدر وبنفس الوقت تتحرك الاضلاع للامام مع انحراف بسيط للاعلى بحركه قوسيه نسبيا بسبب تقلص العضلات مابين الضلعيه وانبساط البعض منها الاخر, مما يسبب زياده في طول القطر العرضي والامامي الخلفي للصدر .

ان زيادة الاقطار الصدريه الثلاث يعني ازدياد حجم الجوف الصدري حيث يؤدي هذا الازدياد في الحجم الى انخفاض الضغط داخل الصدر فيندفع الهواء الجوي ذو الضغط العالي الى الرئتين خلال المجاري التنفسيه ويحدث الشهيق .

يمر الهواء لملىء الفراغ عبر ممرات التنفس الى الرئتين حيث تنفتح الحويصلات على شكل بالونات حتى تشغل جميع المساحة الأضافية , ويحدث الشهيق بزيادة التجويف الصدري عندما تتقلص عضلات الحجاب الحاجز والعضلات الصدريه لذلك يزداد طول القفص الصدري وقطريه (العرضي و الامامي- الخلفي) وعليه فآن عملية الشهيق عمليه ايجابيه تحدث فيها مكاتيكيه عضليه اي تقلص عضلي .

ويمكن تلخيص عملية الشهيق بما يلي :

انقباض عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعيه --- ازدياد حجم تجويف الصدرواتساع الرئتين----- دخول الهواء الى الرئتين (شهيق).

عملية الزفير expiration

عند الزفير (طرد الهواء للخارج) بسبب انبساط عضلة الحجاب الحاجز حيث يرتفع وكذلك ينعكس انبساط وتقلص العضلات مابين الضلعيه فيسبب قصرا في طول الاقطار الصدريه الثلاثه و يصغر تجويف الصدرمسببا زيادة في الضغط الصدري الداخلي فيدفع الهواء الى الخارج محدثا عملية الزفير بأنكماش الحويصلات وخروج الهواء خلال ممرات التنفس , وتحدث هذه العمليه عند رجوع القفص الصدري الى حجمه الطبيعي بعد الشهيق اي انها عمليه سلبيه لايحدث فيها تقلص عضلي ولكنها تصبح ايجابيه في حالة التنفس الغير طبيعي (عند الجهد) عندها تتقلص العضلات بين الضلعيه فتنخفض الاضلاع كما تنخفض عضلات البطن فتدفع الحجاب الحاجزالى الاعلى..

. ويمكن تلخيص عملية الزفير بما يأتي:

استرخاء عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعيه --- نقص حجم تجويف الصدر وانكماش الرئتين --- ازدياد الضغط داخل الرئتين ---- اخراج الهواءمن الرئتين (زفير) .

تتكرر هذه العملية (الشهيق والزفير) حوالي ١٦ مرة في الدقيقة الواحدة في حالة الراحة.

الضغط داخل الرئتين

اثناء عملية الشهيق والزفير ونتيجة الانبساط وتقلص التجويف الصدري تبعا لذلك يلاحظ ارتفاع وانخفاض في ضغط الرئتين وهذا التغيير مرتبط بما يأتي:

- سرعة عضلات التنفس

- درجة تقلص العضلات التنفسيه

- درجة المقاومة للهواء في الدخول والخروج من الرئتين

في التنفس الاعتيادي واثناء الشهيق يبلغ الضغط داخل الرئه(٢- ٣) ملم زئبق اما في في حالة الشهيق العميق يزداد الضغط داخل الرئتين من (٥- ١٠) ملم زئبق ويرتفع الى (٣٠- ٧٠) ملم زئبق في الشهيق العميق عند غلق الممرات التنفسيه.

يزداد الضغط داخل الرئتين اثناء الزفير الى(٢- ٣) ملم زئبق وعند غلق الممرات التنفسيه اي عند الزفير الايجابي يزداد الضغط داخل الرئتين الى حوالي (٤٠- ١٠٠) ملم زئبق .

الضغط داخل الغشاء البلوري

يقل الضغط داخل الغشاء البلوري بحوالي (٥) ملم زئبق عن الضغط المحيط اثناء عملية التنفس حيث يحدث فراغ في الكيس البلوري الذي بدوره يمنع الزيادة في تقلص الرئتين ,ويختلف الضغط (ضغط الغشاء البلوري) حسب عملية الشهيق والزفير وكيفية ادائهما

مكونات هواء التنفس

يتكون الهواء الجوي الذي نتنفسه من مزيج من عدة غازات :

- **النتروجين N ٧٨,٠٦ % أقل من ٥/٤ تقريباً .**
- **الأوكسجين O_2 ٢٠,٩٠ % أقل من ٥/١ .**
- **غازات نادرة ١,٠٠ % .**
- **ثاني أوكسيد CO_2 ٠,٠٣ % .**
- **بخار الماء حسب حالة الجو**

علماً إن النسب المئوية لهذه الغازات تختلف بأختلاف المناطق المأخوذ منها انموذج الهواء (سواء كان منطقة ساحلية أو صحراوية) وفي أماكن مفتوحة ذات هواء طلق أو من هواء المدن المزدحمة, فمثلاً تكون المناطق الساحلية مشبعة ببخار الماء بنسبة أكبر من سطح اليابسة كذلك تكون نسبة CO_2 أقل من الهواء الطلق عنه في المناطق المزدحمة .

في كل يوم يتنفس الأنسان البالغ في الشهيق و الزفير حوالي(٢٥) ألف مرة وهو بذلك يسحب حوالي (١٨٠) م٣ من الهواء داخل الرئتين و (٦,٥) م٣ من الأوكسجين يتسرب إلى الشعيرات الدموية للرئتين نفسها , وفي الرئة يتحد الأوكسجين مع صيغة الهيموغلوبين مكوناً (أوكسي هيموغلوبين) حيث يتم حمله بهذه الصورة المتحدة الى الأنسجة الجسميه كافة , وفي الأنسجة يطلق الأوكسجين من هذا المركب وينفذ مباشرة الى الخلايا حيث تستعمله الخلايا في تفاعلات

الأكسدة المعقدة (Oxidation) التي تحصل بوساطتها الخلايا على الطاقة (Energy) من المواد الغذائية و في هذه التفاعلات يتكون ثاني أوكسيد الكاربون (CO_2) والماء , حيث ينفذ CO_2 في الدم مرة أخرى ويتم حمله مرة أخرى الى الرئتين حيث يتخلص منه في هواء الزفيرة و يخرج الماء مع الأدرار و العرق .
على الرغم من أن أستهلاك الاوكسجين وعدم تعويضه بقدر كافي , فإن الكمية الكبيرة الموجودة في الهواء من هذا الغاز وكذلك امكانية الرئتين في استخلاصه من الهواء الموجود فيها والحاوي على هذا الغاز, و كذلك قدرة الرئتين الكبيرة على تخزينه تسمح بحصول الجسم على الكمية الكافية منه .وتتزايد نسبة CO_2 ولكن لابشكل خطورة ما إلا أذا وصل نسبة تركيزتبلغ ٢١,٢ % .

<u>نسب الغازات في هواء الشهيق</u>

حجم الأوكسجين ٢٠،٩٥%

حجم النايتروجين ٧٩%

حجم ثاني اوكسيد الكربون ٠،٠٥

في كل ٥٠٠ مللتر في هواء التنفس يتم أمتصاص (٢٥) مللتر من الاوكسجين.

<u>التهويه في الجهاز التنفسي</u>

يوجد في الرئه جزء معين يحدث فيه تبادل الغازات , لذلك فآن الجزء الذي لايحدث فيه تبادل الغازات يسمى بالممرات الهوائيه ,وهذه توصل الهواء الى الجزء الذي تحدث فيه التهويه في الرئتين وكذلك حمل الهواء من الرئتين الى الجو اضافة الى وظائفها الوقائيه التي سبق ذكرها .
ان عملية التهويه تحدث في الحويصلات الهوائيه وفي الممرات التنفسيه والهواء الذي بشغل الممرات الهوائيه يبلغ حوالي (١٥٠) سم مكعب ويحتوي هذا الهواء نفس تركيب الهواء الجوي , ولهذا في التنفس الاعتيادي نجد ان ٥٠٠سم٣ التي تؤخذ في الشهيق ١٥٠سم٣ منها لايشترك في التبادل الغازي , لذلك فآن تركيب هواء الزفيرلايمثل قي الواقع نسبة الهواء الموجود قي الجزء التنفسي للرئتين ولكن خليط هواء الممرات وهواء اماكن التهويه

ويتكون هواء الزفير من:

الاوكسجين ١٦،٥%

النايتروجين ٧٩،٥ %

ثاني اوكسيد الكربون ٤%

وفي حالات التنفس السريع الجزء الاكبر من الهواء لايستفاد منه , اي اكثر من ١٥٠ سم٣ , وذلك نسبة الى حجم الهواء الكلي بالدقيقه , لذلك مهم جدا في حالات التدريب على التنفس السريع ان يكون عميقا ليكون عاملا ذو فعاليه في التهويه والا سيؤدي الى عمليه عكسيه .

مكونات هواء الحويصلات الرئويه

الاوكسجين ١٣،٨%

النايتروجين ٨٠،٧ %

ثاني اوكسيد الكربون ٥،٥%

والجدول (٢) يبين كميات الغازات التي يحويها ١٠٠سم٣ من الدم.

الدم	الاوكسجين	ثاني اوكيد الكربون	النايتروجين
الشـــــــــــــــــرياني	%١٩		%٥٠
			%٠،٩
الوريـــــــــــــــــــدي	%١٠,٦		%٥٨
			%٠،٩

جدول رقم (٢) يبين نسب الغازات في الاوعيه الدمويه المختلفه

تبادل الغازات

يدخل الهواء الى الرئتين مرشحا مكيفا مع المحيط الداخلي للرئتين ليصل الى ٣٠٠مليون حويصله رئويه محاطه بشبكه من الاوعيه الشعريه الدمويه التي تحوي الدم القادم من القلب خلال الشريان الرئوي , حيث يكون تركيز الاوكسجين في الحويصلات الرئويه اكثر من تركيزه في الشعيرات الدمويه , لذلك يدخل الاوكسجين خلال غشاء الحويصله الرطب ويذوب فيه ليعبرمن خلاله الى مجرى الدم ليرتبط مع الهيموكلوبين في خلايا الدم الحمراء ثم يسير الاوكسجين في مجرى الدم ليصل بعد ذلك القلب , حيث يتم توزيعه الى جميع خلايا الجسم , اما ثاني اوكسيد الكربون فعلى العكس يكون تركيزه في الحويصلات الرئويه اقل من تركيزه في الشعيرات الدمويه لذلك يعبر من خلال غشاء الشعيرات الدمويه الى الحويصلات وبالتالي يخرج من الرئتين عن طريق الزفير .

تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوى

ان وظيفة التهوية الرئوية هى تخليص الجسم من ثانى اكسيد الكربون والحصول على الاوكسجين , ولكى تتم هذه العملية يتوزع الهواء على الحويصلات الهوائية , وبما أن **حجم الهواء للتنفس الاعتيادى يساوى ٥٠٠ سم ٣** والذى هو(**خليط من الهواء الجوى بنسبة ٣٥٠ سم متر مكعب و بين هواء الممرات التنفسية الذى يشغل حوالى ١٥٠ سم٣**) عند الاشخاص الاعتيادين يتم خلط هواء التنفس بالهواء الاحتياطى وعملية خلط الغازات هذه تتوقف الى حد كبير على حجم هواء التنفس والاحتياطى , فى التنفس الضحل لا يحتاج الى تجديد الهواء الاحتياطي حيث يشترك عند الراحة عدد قليل من الحويصلات الهوائية فى عملية التهوية وتكون الشعيرات الدموية التى تحيط بالحويصلات الهوائية منفتحة و يمر بها الدم الغير نقى فيتم تبادل الغازات وينقى الدم ,أما الحويصلات الرئوية الاخرى و ما يحيطها من شغيرات دموية لا تمثل احتياطى التنفس وتشترك فقط عندما تزداد الحاجة الى الاوكسجين

الجوى جراء النشاط البدنى, وتتوقف كمية الهواء الداخل الى الرئتين على سرعة التنفس و عمقه وعوامل عدة أهمها **ألنشاط البدنى** , و الذى يحدد حاجة الجسم الى الاوكسجين وثانى اكسيد الكربون المتولده .
ياخذ الانسان الاعتيادى ما بين ٥٠٠سم ٣ فى وقت الراحه و ٤٠٠٠ سم ٣ عند الجهد البدنى العنيف وعند زياده التبادل الغازى يستطيع الجهاز التنفسى ان يصل الى ما يساوى اكثر من عشره اضعافه وقت الراحه, وهناك توافق بين التهويه الرئويه خلال الدقيقه وبين ما يحصل عليه الجسم من الاوكسجين وما يتخلص منه من ثانى اكسيد الكربون .
عمليه التبادل الغازى بين الهواء الجوى والرئتين تتم نتيجه الاختلاف فى ضغط الغازات فان نسبه الاوكسجين فى الهواء الجوى اكثر من ضغطه فى هواء الحويصلات اذ يبلغ ١٥٨ ملليمتر زئبق فى الهواء (هواء الشهيق) بينما يبلغ ١٠٠ فى هواء الحويصلات.كما ان نسبه ثانى اكسيد الكربون فى هواء الحويصلات اكبر من نسبته فى الهواء الجوى , لذلك فان ضغط هواء الحويصلات اكبر من ضغطه فى الهواء الجوى اذ يبلغ ضغطه فى هواء الشهيق ٣ ملم زئبق بينما فى هواء الحويصلات ٤٠ ملم زئبق , وحيث ان ضغط الاوكسجين فى هواء الشهيق اكثر من ضغطه فى هواء الحويصلات فانه يتنقل من منطقه الضغط العالى الى منطقه الضغط الاقل , اى ينتقل الاوكسجين من الهواء الجوى الى هواء الحويصلات , وبنفس الطريقه ينتقل ثانى اكسيد الكربون من هواء الحويصلات الى هواء الشهيق حيث ان ضغطه فى الحويصلات اكبر من ضغطه فى هواء الشهيق لذلك يتم تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والهواء الجوى اثناء عمليه الشهيق.
اثناء الزفير يخرج ٥٠٠ سم ٣ من الهواء المحمل بثانى اكسيد الكربون من الحويصلات فتطرد امامها هواء الممرات التنفسيه ١٥٠ سم ٣ ويحل جزئ مماثل من الهواء محله والباقى ٣٥٠ سم٣ الذي يخرج الى المحيط الخارجى.

<u>تبادل الغازات بين هواء الحويصلات في الرئتين والدم</u>

يعود الى الرئه كل دقيقه اثناء الراحه كميه من الدم تتراوح بين ٣ و ٤ لتر عن طريق الشريان الرئوى واثناء مرور الدم فى الشعيرات الدمويه

حـول الحويصـلات الهوائيـه حيـث يفصـله عـن هـواء الحويصـلات جدارين رقيقين هما جدار الشعيرات الدمويه وجدار الحويصله الهوائيه حيث تسير الكريـات الدمويـه الحمـراء فـى الشـعيرات الدمويـه فـى اتجـاه واحـــد . ان جـــدران الأكيـــاس الهوائيـــة (Sacs) الصـــغيرة أو الحويصـلات Lveoli فـي الـرئتين يحيطهـا غشـاء الـذي يـتم خلالـه تبـادل الأوكسـجين و ثـاني أوكسـيد الكربـون ,حيـث توجـد الشـعيرات الدموية الرئوية المملوءة بالدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون من جهة ومن الجهة الأخرى يوجد الهواء المحمل بالأوكسجين فـي الحويصـلات الذي يزود به خلال التنفس , وبذلك تنتقل الغازات لإحداث التوازن في التركيز بينها , فينتقل الأوكسجين من الأكياس الحويصيلية الى الدم في (الشعيرات الدموية) ويمر ثاني أوكسيد الكربون من الدم الـى الأكيـاس الحويصلية حتى تتعادل التراكيز , و لما كانت حركـات التنفس تعوض الأوكسـجين بشكل مستمر , ولـذلك يقوم القلـب بضـخ مزيداً مـن الـدم المحمـل بثـاني أوكسـيد الكربـون خـلال الشـعيرات الرئويـة , لـذلك فـأن عملية تبادل الغازات مستمراً وبهذه الطريقة يتأكسج الدم ويتم التخلص من Co2 الذي لا حاجة الجسم اليه .

يتم في الحويصـلات مـزج الأوكسـجين مـع الغـازات الأخـرى الموجـودة في هواء الحويصلات وعند مرور الأوكسجين عبر جدار الحويصـلات يلامس الهيوغلـوبين الموجـود فـي خلايـا الـدم الحمـراء ويكـون مركـب غير وثيق يسمى (**أوكسي هيموغلوبين**) وبذلك يتم حمل الأوكسـجين في الدم الى أجزاء الجسم كافة .وعندما تصل الكريات الحمراء المحملة بالأوكسجين الى الأعضاء التي يكون فيهـا تركيـز الأوكسـجين منحفضـاً يتم تحرير الأوكسجين من الدم ويدخل الأنسجة , وهذا يحدث عملية أكسدة معقدة هي التي تمد الجسم بالطاقة .

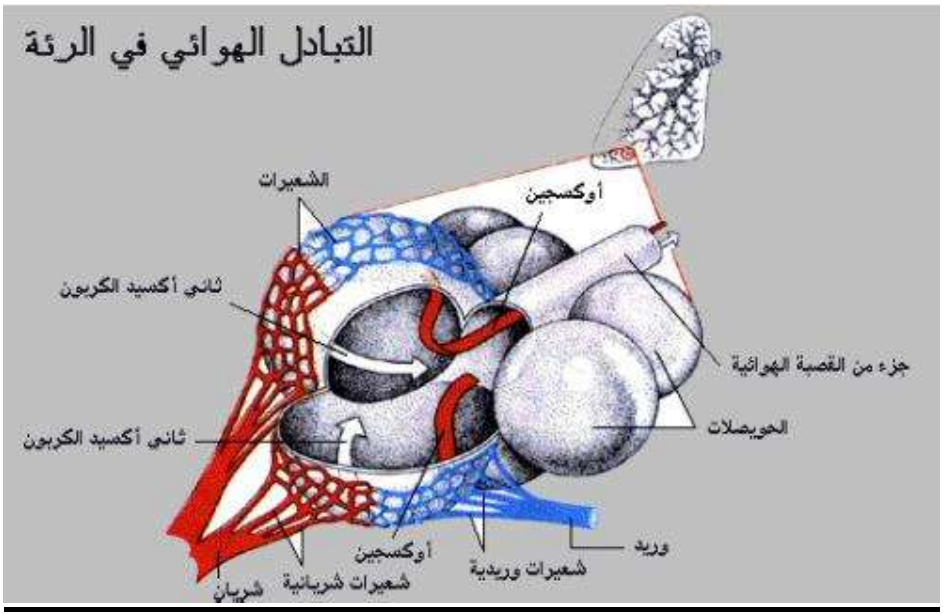
تستخلص كريـات الـدم الحمـراء الأوكسـجين مـن الحويصـلات الرئويـة وفي نفس الوقت تتخلص الخلايا وبلازما الدم من ثاني أوكسيد الكربون الذي يتسرب عبر جدار الحويصلات الرئوية الى هواء الزفير .

كلما أستخدم O2 في الأنسجة الجسمية كلما نـتج مـا يسـاويه تقريبـاً مـن Co2 الذي يتسرب خلال الخلايا ويجد طريقة الى الدم الذي يحمله الـى الـرئتين ولكن طريقـة نقل Co2 تختلـف عن طريقـة نقل الأوكسـجين,

فنجد أن ٥/١ من الغازات فقط تقريباً يتحد مع الهيموغلوبين ليكونا مركب يسمى في هذه الحالة **كاربومينو هيموغلوبين** , ويذوب معظم Co2 المتبقي ليكون ملح بيكاربونات الصوديوم ويتم نقله على هذه الصورة الى الرئتين .
الدم الوارد للرئتين يحتوي على الاوكسجين عند ضغط يساوى ٤٠ ملليمتر زئبق اى ان هناك فرقا بين الاوكسجين فى هواء الحويصلات الهوائيه والدم يبلغ ٦٠ ملليمتر زئبق مما يسهل انتقال الاوكسجين من هواء الحويصلات الى الدم , اما بالنسبه الى ثانى اكسيد الكربون فان ضغطه الوريدى ٤٤ ملليمتر زئبق بينما ضغطه فى الحويصلات الرئويه ٤٠ ملليمتر زئبق وهذا الفرق كافى لكى يتخلص الدم مما يحتويه من ثانى اكسيد الكربون في هواء الحويصلات , لان لثانى اكسيد الكربون قدره على النفاذ من الاغشيه توازى ٢٥ ضعفا قدره الاوكسجين . شكل (٤٠).

تبادل الغازات بين الدم والانسجه

يتم تبادل الغازات بين الدم والانسجه بنفس طريقه تبادل الغازات بين الحويصلات الرئويه والدم , حيث ان ضغط ثانى اكسيد الكربون فى الانسجه اكبر من ضغطه فى الدم ,لذلك ينتقل ثانى اكسيد الكربون الى الدم ,وفى نفس الوقت وللاسباب نفسها ينتقل الاوكسجين ذو الضغط العالى فى الدم للانسجه ذات الضغط الاوكسجيني الواطىء ,وتتوقف كميه الاوكسجين التى تنتقل الى الانسجه على نوع النسيج ودرجه نشاطه اثناء مرور الدم.



شكل رقم (٤٠) يبين التبادل الهوائي في الرئه

<u>الية التحكم وتنظيم عمليه التنفس</u>

يمكن التحكم في عمق و سرعة التنفس عن طريق مركز التنفس Respiratory Center ويتم عمله تحت سيطره جزء من الدماغ وهذا المركز ينظم سرعة التنفس و عمقه بصورة لاإرادية وآلية تماماً حيث يتم تزويد الجسم بالأوكسجين و تخليصه من CO_2 الفائض عن حاجته .

تحدث حركات التنفس أثناء التنفس العميق أو التنفس الهادئ بفعل عضلات جدار الصدر عضلات بين الضلعيه Intercostals Muscleويفعل عضلة الحجاب الحاجز Diaphragm حيث تنقبض هذه العضلات وتزيد من زيادة سعة الصدر وتنسيب في مرور الهواء الى الرئيتن, وعندما تكتمل عملية الشهيق ترتخي هذه العضلات (Relax) ويقل حجم الصدر وتتم عملية الزفير و تستمر عملية انقباض وأرتخاء هذه العضلات وبذلك يستمر الشهيق (Inspiration) و الزفير (Expiration) طول الوقت .ويسيطر الجهاز العصبي

المركزي على عملية التنفس بواسطة مراكز خاصه متموضعه في النخاع المستطيل تدعى بالمراكز التنفسيه:

المراكزالتنفسيه Respiratory Centre

- مركز الشهيقInspiratory centre

- الزفير Expiratory centre

- مركز التوازن التنفسي ,ووظيفته توازن عمل مركزي التنفس

ان كلا المركزين يرسل اوامره بواسطة عدد كبير من الالياف العصبيه التي تنحدر نحو الاسفل الى النخاع الشوكي حيث تصل الى نواة العصب الحجابي ونوى الاعصاب مابين الضلعيه, ثم تنتقل بواسطة هذه الاعصاب الى عضلات التنفس فتسبب الحركات التنفسيه . يتصل المركزان مع بعضهما بعدد من الالياف العصبيه التي تعمل على ايجاد الفعل المتعاكس بينهما, وبسبب هذا التجهيز المتعاكس فاذا حفزت عملية الشهيق فأن المركز الزفيري سوف يتوقف عن العمل طيلة مدة الشهيق وبالعكس فأن مركز الشهيق يتوقف طيلة مدة الزفير .

ان تحفيز المركز الزفيري يسبب استمرار التقلص في عضلات التنفس الزفيريه كالعضلات مابين الضلعيه وكنتيجه لذلك يحدث الزفير, ان التجهيز المتعاكس بين المركزين يوقف المركز الشهيقي فيسبب ارتخاء عضلة الحجاب الحاجز والعضلات مابين الضلعيه الخارجيه (عضلات التنفس الشهيقيه)لذلك يتحقق الزفير بصوره تامه .

تهويه الرئه تتطلب توقيت منظم لتعويض الاوكسجين الذى اخذه الدم والتخلص من ثانى اوكسيد الكربون ,و تتم عمليه التهويه بواسطه الشهيق والزفير, ويتم الشهيق نتيجه لانقباض العضلات ما بين الاضلاع وعضله الحجاب الحاجز ويتم الزفير نتيجه ارتخاء عضلات الشهيق او لانقباض عضلات الزفير, وتقع هذه العضلات تحت تاثير المراكز العصبيه التنفسيهالمشار اليها وهي تتحكم فى انقباض عضلات التنفس عندما ترسل هذه المراكز اشارات عصبيه عن طريق الاعصاب الحركيه لعضلات التنفس يحدث الشهيق حيث يتولى **مركز الشهيق Inspiratory centre** ارسال الاشارات العصبية للعضلات الخاصة بعملية الشهيق لتتقبض ويترتب على انقباضها فى سعة الصدر , وحين

تتوقف الاشارات العصبية ترتخى هذه العضلات ويحدث الزفيرحيث يقوم **مركزالزفير Expiratory centre** بارسال الاشارات العصبية الى العضلات الخاصة بالزفير ليعود القفص الصدرى لحجمه الطبيعى ,ويعملان هذان المركزان بطريقة متضادة ومهمتها استمرار عملية الشهيق والزفير.

اما **الجزء الثالث من المراكز العصبية مهمة خاصة بعملية التوازن** فى العمل بين مركزى الشهيق والزفير ويسمى بمركز التوازن التنفسى يقع مركزى الشهيق والزفير فى النخاع المستطيل ومركز التوازن اعلى منهما وتحدث عملية الشهيق والزفير تحت رقابة مركز التوازن.

المراكز التنفسيه والنشاط البدنى

اثناء التنفس الطبيعى يكفى نشاط مركز الشهيق للقيام بعملية الشهيق ويتم الزفير عند توقف مركز الشهيق عن ارسال الاشارات العصبية لعضلات الشهيق وعودة القفص الصدرى لحجمه السابق ويخرج هواء الزفير , اما عند القيام بمجهود رياضى فان مركز الزفير يشترك أشتراكا ايجابيا فى عملية التنفس , فيبعث اشارات عصبية الى مركز الزفير للانقباض ويتم الزفير.

تقوم المراكز العصبية بوظائفها نتيجة نشاطها الذاتى وتتجاوب وتتاثر بكثير من العوامل **منها :**

العوامل التى تؤثر على المراكز التنفسيه

- **ارتفاع درجه الحراره**
- **تغيير نسبة الاوكسيجين فى الدم**
- **زيادة نسبه ثانى اكسيد الكربون فى الدم,** وهي اكثرالعوامل تاثيرا على المراكز التنفسيه لانها تسبب مضاعفه التنفس ,

لهذا فان التغيرات الكيميائيه فى الدم ما بين زياده ونقصان او نقص فى الحموضه او تغير فى نسبه ثانى اكسيد الكربون والاوكسجين لها تاثير فعال على التنفس .

عمليه تنظيم التنفس كذلك تشمل تكيف عمل الجهاز التنفسى بدرجه تتناسب مع شده المجهود او النشاط البدنى حيث عند ارتفاع شدة الجهد

البدني تزيد من معدل التنفس الى اكثر من عشره مرات عن معدله الاعتيادى ,ومن الجدير بالذكر ان فتحات الحويصلات الهوائيه منظمه بشكل يجعلها تغلق اوتوماتيكيا فى مرحله معينه اثناء تفريغ هواء الزفيروبذلك تبقى كميه الهواء الساكن المشار اليها مهما كانت قوه وعمق الزفير وهذا التنظيم يحافظ على شكل الرئتين وضمان استمرارها فى العمل.
فى الاحوال الاعتياديه تعمل الرئتين بما يعادل ١/ ١٠طاقتها فقط. وان الجهد العنيف يجعل الجهاز التنفسى يعمل باقصى طاقته , وان التنفس الطبيعى هو العامل الصحيح لتقويه وتنظيم عمل الجهاز التنفسى اما التمرينات الصناعيه فاثرها ضئيل وينحصر فى تقويه عضلات التنفس وليس تحسين وظيفه الجهاز التنفسى .

العوامل العصبيه التي تؤثرعلى المراكز التنفسيه

اولا - الحوافز الصادره من القسم الاعلى من حدبة الدماغ (Pons)
مركز خاص يدعى (Pneumotaxic Centre) الذي يستلم الحوافز بدوره من مراكز القشره الدماغيه.

ثانيا - الحوافز التي تصل بواسطة العصب التائه(العصب القحفي العاشر) والذي يستلمها من المراكز الاتيه:

- **مراكز استلام الشد الرئوي Stretch- Receptors** الموجوده في الرئه بين انسجة القصبات والقصيبات الهوائيه وتشعباتها .
- **مراكز استلام حوافز الضغط المتغير (Baroceptors)** الموجوده في الجيب السباتي والشريان الابهر.
- **مراكز استلام حوافز التغيرات الكيميائيه (Chemo- Receptors)** الموجوده في الجسم السباتي والشريان الابهر.

وسائل ضبط التنفس

هناك وسيلتان لضبط التنفس في الجسم هما (**العصبيه والكيميائيه)**

الضبط العصبي

يتم بواسطة المركز العصبي التنفسي الذي يوجد في الجزء الاسفل من النخاع المستطيل الذي يتكون من منطقتين احداهما معنيه بالشهيق والاخرى بالزفير ,وهذه المراكز تستلم الحوافز من المراكز القشريه العليا للمخ , كما تستلم حوافز من العصب التائه حيث تبعث الاعصاب المعنيه بالشهيق منبهات محفزه الى عضلات الحجاب الحاجزوالضلعيه وفي نفس الوقت ترسل منبهات التثبيط لتخفيف او ايقاف الزفير وبعد ذلك خلال ثواني ينشط مركز الزفير ويبعث اشارات الى العضلات البطنيه كما تخرج منبهات مثبطه الى مركز الشهيق وهكذا يوجد تثبيط متبادل بين هذين المركزين **وبصوره عامه يتم تنيظم التنفس بواسطة الافعال الانعكاسيه االاتيه :**

اولا- منعكس الشد الرئوي Hering- Breuer Reflex

يدخل الهواء الى الرئتين اثناء عملية الشهيق يسبب اتساع وتمدد الرئه وزيادة مطها تبعا لانخفاض الضغط داخل جوف الجنب ,حيث يصل هذا المط اقصاه في نهاية الشهيق وزيادة المط هذه تحفز مراكز الاستلام الموجوده في جدران التراكيب الرئويه لذلك تبدأ بارسال الحوافز بواسطة العصب التائه ,الذي يجهز الرئه الى المراكز التنفسيه في النخاع المستطيل , مما يسبب تحفيز المركز الزفيري وايقاف المركز الشهيقي , وبهذا تنتهي عملية الشهيق وتبدا عملية الزفير, وبا انتهاء عملية الشهيق ينتهي تمدد الرئه المتزايد وتنقطع حوافز المط الرئوي الصادره من مراكز الاستلام وهذا يعني ان الحوافز التي تحفز المركز الزفيري انتهت وانقطعت ,ولذلك يتوقف الزفير ويبدا الشهيق ثانية وعند بدئه تتحفز مراكز المط الرئوي مره اخرى , وهكذ تستمر العمليه بالتعاقب , ان تعاقب هذه العمليات الشهيقيه والزفيريه بواسطة الحوافز الصادره من مراكز المط الرئوي بصورة متناوبه تمثل فعلا انعكاسيا منتظما ومستمرا .

ثانيا - منعكس الجسم السباتي

الجيب السباتي هو التوسع الموجود في الشريان السباتي عند منطقة انقسامه مباشرة

يوجد في القسم الاعلى من منطقة انقسام الشريان السباتي العام وهو يساهم في التنظيم لاحتواء نسيجه على مراكز استلام حساسه جدا للتغييرات الكيمائيه التي تحصل في تركيب الدم (خاصه تركيز الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون) التي تسمى بالمستلمات الكيميائيه , وتوجد في جدار القوس الابهري التي تؤدي نفس الغرض . في حالة نقص الاوكسجين في الدم تتحفز هذه المستلمات في الجسم السباتي وفي الابهر وتحدث فعلا انعكاسيا يسبب تسريع التنفس ليعوض النقص, وكذلك في حالة زيادة او نقصان ثاني اوكيد الكربون في الدم تتحفز هذه المستلمات فتحدث الفعل الانعكاسي اللازم لتغيير سرعة التنفس , حيث تزيد سرعة التنفس في حالة زيادته وتقل انعكاسات التسرع في حالة نقصانه ,وهذه الحاله مشابهه لتأثيرات المراكز التنفسيه في النخاع المستطيل اي ان الحالتين يحدثان التسارع والتباطؤ التنفسي على التواليكما يحتوي نسيج جدرانه تحوي على مراكز متخصصه وحساسه جدا لكل تغيير يحدث في الضغط الدموي وتسمى هذه المراكز(مراكز الضغط)(Baroceptors) وتوجد ايضا مثل هذه المراكز في جدار القوس الابهري وتسمى بمراكز الضغط الابهريه.

عندما يرتفع الضغط لاي سبب تتحفز هذه المراكز وتنتقل بواسطتها الحوافز بواسطة الالياف العصبيه المجهزه للجيب السباتي والقوس الابهري الى المراكز التنفسيه فتسبب تهدئة التنفس وابطاءه , وعندما ينخفض الضغط يحدث العكس حيث تزداد سرعة التفس, حيث ينخفض الضغط عند الضغط على الشريانين السباتيين الى الصفر بصوره موقته لذا يتسارع التنفس ويزداد الضغط الدموي ثانية , ويحدث الضغط عليهما اضافة الى ذلك نقصا في كمية الدم لتجهيز الاجسام السبتيه فيحدث نقصا في الاوكسجين مما يحفز مراكز الاستلام الكيميائيه في الاجسام السبتيه وبهذا تنتقل الحوافز الى المراكز التنفسيه فتسبب تسارعا في التنفس.

الضبط الكيميائي

يعتمد التنظيم الكيميائي بصورة رئيسيه على التغييرات التي تحصل في مستويات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم وان زيادتهما او نقصانهما يسبب تغييرات في تركيب الدم ويحدث تنظيما خاصا في سرعة التنفس.

تتذبذب الاشارات العصبيه للشهيق والزفير داخل المراكز التنفسيه لكي تعطي ترددا يبلغ(١٢- ١٦) مره في الدقيقه , وفي حالات القيام بجهد بدني او اداء تمرين رياضي اوحالات الخوف المفاجيء فأن سرعة التنفس وعمقه تتغيير كثيرا وقد ترتفع سرعة التنفس الى ٧٥ مره في الدقيقه ويتراوح عندها حجم الهواء الذي يدخل ويخرج من الرئتين حوالي ٨ - ١٢ لترا في الدقيقه بدلا من ٦ لترات في الدقيقه في الاحوال الاعتياديه .

ان التمارين الرياضيه والتهيج العاطفي تزيد من سرعة الايض مما يزيد من مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم وان تغيير سرعة التنفس وعمقه يتم لتلبية الحاجه المتزايده للاوكسجين ولمنع تجمع ثاني اوكسيد الكربون السام الذي ينتقل الى الدماغ (في حال زيادته) بواسطة الدم ويثير عصبونات مركز التنفس مما يؤدي الى زيادة المنبهات الى العضلات المعنيه بالتنفس فيصبح تمدد الرئتين اكثروتزداد وتيرة التنفس ,وعندما يعود مستوى ثاني اوكسيد الكربون الى الحاله الطبيعيه يعود مركز التنفس الى نمطه الاعتيادي , اي ان مركز التنفس يراقب مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم لتنظيم عملية التنفس .

كذلك يوجد نظام لتسجيل التغييرات في مستوى الاوكسجين في الدم اذ توجد مستقبلات حساسه للاوكسجين عند تفرع الشرايين السباتيه في العنق عند انخفاض مستوى الاوكسجين في الدم فأن هذه المستقبلات ترسل منبهات لتحفيز مركز الشهيق في النخاع المستطيل ويزداد التنفس .

المبحث الثانى

السرع والاحجام التنفسيه وتاثير النشاط الرياضى على التنفس

سرعة التنفسٌ Rate of Respiration

يطلق على **عدد حركات الصدر التنفسيه خلال الدقيقه الواحده بسرعة التنفس .**

يحدث التنفس بواسطة حركات تنفسيه تجدد هواء الرئتين باستمرار ,وتقل سرعة التنفس في حالة الراحة بحيث تصبح كافية لمجرد توفير كمية الأوكسجين الذي تأمن حاجة الجسم الأساسية , وتختلف سرعة التنفس عند الأشخاص حسب الأعمار والجنس فتزيد عند الأطفال وتتراوح **بين ٣٠ ــ ٤٠ مرة /** بالدقيقة وعند البالغين **١٦- ٢٢مرة/ بالدقيقة وعند الأناث ١٨ مرة / بالدقيقة** أثناء الراحة , وتحدث الحركه التنفسيه كل ٣-٤ ثواني وتتم الحركه على مرحلتين الشهيق والزفير ويدخل الهواء الى الرئتين في عملية الشهيق ويخرج منها في عملية الزفير.

العوامل المؤثره في سرعة التنفس

- **تزداد في التنفس العميق الارادي** ,حيث ان سرعة التنفس تخضع لسيطرة الفرد يستطيع اسراعها وتبطئتها ولكن لفتره محدوده .
- **يزداد معدل التنفس أثناء الجهد الفيزياوي** العضلي والتمارين الرياضيه اذ يزداد تبعا لشدة الجهد ومدة استمراره حيث تزداد الحاجة للأوكسجين .
- **الانفعالات النفسيه والعاطفيه** تزيد من سرعة التنفس .
- **الحالات المرضية مثل** (الربو , التهاب القصبات والرئتين ,)يزيد من سرعة التنفس .
- **نوع الجنس** حيث تكون سرعة التنفس عند المرأة أكثر .
- **قابلية العضلات على التمدد** ,للعضلات الصدرية دور مهم في عملية التنفس حسب قابليتها على التمدد والأنقباض أثناء عمليتي الشهيق والزفير.

احجام التنفس Respiratory Volume

يبلـغ حجـم الهـواء الـداخل للـرئتين فـي الحركـه التنفسـيه الواحـده (٥٠٠)سم٣ , **ان حجـم الهـواء الـذي يستنشـقه الفـرد بعمليـة شـهيق واحده اوحجم الهواءالذي يخرجه بعملية زفير واحده في حالة الراحـه تسـمى الحجـم المتنـاوب Tida air** , الـذي يبلـغ حـوالي ٥٠٠ سـم٣ للشخص البالغ . **ويسمى الهواء الذي نستنشقه في الشـهيق و الزفيـر بـالهواء الـدوري الـذي يبلـغ حجمـه فـي الشـخص العـادي وفـي حالـة الراحة حوالي ٥٠٠ سم٣ مع أنـه حـوالي ١٥٠ سـم٣ تشـغل المسـالك التنفسية فقط ولا تصل الى الرئتين** .

السعه الشهيقيه

يستطيع الشخص العادي أخذ شهيق عميق واحده بأقصى مايمكن, حيث يستطيع سحب حوالي٢٥٠٠ سم٣ الى داخل رئتيه ويبلـغ هذا الحجم اكبر من سبع مرات قدر حجم الشهيق الطبيعي وقت الراحه وتسمى هذه بالسعه الشهيقيه وهذه اضافة الى الحجم المتناوب حيث **عنـد الشهيق العميق تستوعب الرئـة هواء مـا تقـارب ٢٠٠٠ سـم٣ والـذي يسـمى (بالسـعة الأحتياطيـة للشـهيق)** Inspiratory Reserve Volume .

السعه الاحتياطيه للزفير Reserve Volu Expiratory m

هـي أقصـى حجمـا مـن الهـواء يمكـن دفعـه بعمليـة زفيـر واحـده قويـه ويبلغ حوالي ١٣٠٠ سم٣ من الهواء الاحتياطي للزفير , وبالرغم من دفع هذا الحجم الاحتياطي الزفيري الى **الخـارج الا ان الهـواء المتبقـى في الرئتين والممرات الهوائيـه يبلـغ حـوالي ١٥٠ سـم٣ يسـمى بحجـم الهواء المتبقي Residual Volum .**

السعة الحيوية Vital capacity

السعه الحيويه هـي سـحب أكبـر كميـة ممكنـة مـن الشـهيق ثـم أخراجـه مباشرة زفيراً بأقصى قوة , وأن حجم الهواء الخارج يمثل أكبر حجم

تستطيع الرئتان أن تبادلاه . او اكبر حجم من الهواءالذي يستطيع الفرد ان يدفعه الى الخارج باقوى عملية زفير يستطيعها بعد اعمق شهيق وهذا الحجم يسمى بالسعة الحيوية **وهي تساوي مجموع الحجوم التنفسيه الثلاثه الاتيه:**

حجم الهواء المتناوب = ٥٠٠سم٣

الحجم الاحتياطي للشهيق = ٢٠٠٠سم٣

الحجم الاحتياطي للزفير =١٣٠٠ سم٣

السعه الحيويه للتنفس = ٣٨٠٠سم٣

ويبلغ عادة (٣ – ٥) لترات وتزداد قيمة السعة الحيوية للرئتين حسب حجم الجسم ووزنه , ولها علاقة أيضاً بعمر وحجم الفرد وجنسه ودرجة لياقته و بالتمارين التنفسية الخاصة وحالات ممارسة النشاط الرياضي بأنتظام كذلك الامراض .

السعة الحيوية للرئتين = السعة الرئوية التنفسيه + السعة الأحتياطية لهواء الشهيق +السعة الأحتياطية لهواء الزفير .

والسعه الحيويه نساوي ضعف مساحة الجسم بالمتر المربع وتصل عند الرياضين وخاصة في الرياضات ذات الجهد العنيف والذي يستغرق فتره طويله الى اكثر من الضعف .

تقاس هذه الحجوم الهوائيه بواسطة **جهاز السبايرومتر Spirometer وهذه الحجوم** التي يمكن اعتمادها في تقييم الجهاز التنفسي ومعرفة تأثير التدريب عليه

<u>السعة الكلية للرئتين Total Lung Capacity</u>

السعة الكلية للرئتين = السعة الحيوية للرئتين + السعة الأحتياطية للهواء المدور (١٥٠سم٣) في المسالك التنفسية .

Total lung Capacity =Vatil Capacity + Residual Air

الهواء المتبقي السعه الحيويه السعة الكلية الرئتين

السعه التنفسيه العظمى Maximum Ventilation

هـي اكبـر حجـم للهـواء يتنفسـه الفـرد خـلال الدقيقـه الواحـده وبحركـات تنفسيه ارادیه قويه وعميقه وتمثل هذه السعه الرئويه العظمى .

التهويه الرئويه اللازمه Ventilatory Requirement

هي حجم الهواء الذي يتنفسه الفرد خلال دقيقه في الحالات الاعتياديه .

أحتياطي التنفسي للتهويه Breathing Reserve

يطلـق علـى الفـرق بـين التهويـه الرئويـه اللازمـه والسـعه التنفسـيه العظمى في الدقيقه الواحده .

اذا قل احتياطي التنفسي للتهويه عن ٦٠- ٧٠ % من السعه التنفسيه العظمـى تحـدث صـعوبه فـي التـنفس , وتحـدث(العسـره التنفسـيه)اذا اصبح اقل من ٦٠% .

الحاصل التنفسي

يقصـد بـه نسـبة حجـم ثـاني اوكسـيد الكربـون المتكـون الـى حجـم الاوكسجين المستهلك ويرمز له RQ

$$RQ = \frac{\text{حجم ثاني اوكسيد الكربون المتحرر}}{\text{حجم الاوكسجين المستهلك}}$$

وهذا المعامل يكون دائما اقل من واحد , لان حجم ثاني اوكسيد الكربـون المتحـرر دائمـا اقـل مـن حجـم الاوكسـجين المسـتهلك فـي التـنفس والـذي يصل الدم ويبلغ الحاصل التنفسي للمواد الغذائيه كالاتي :

الكربوهيدرات = ١

الدهون = ٠،٧

البروتينات =٠،٨٢

تاثير النشاط الرياضى على التنفس

عند اداء الجهد الرياضى تزداد سرعه التنفس , ولكن هذه الزياده تختلف من فرد الى اخر وتختلف ايضا حسب نوع النشاط الممارس ومده ادائه. حيث يرافق ذلك عدة تغييرات في وظائف الجهاز التنفسي .

التغيرات التى تحدث فى الجهاز التنفسى عند القيام بمجهود متوسط الشده ولمده طويله

فى حاله النشاط البدنى المتوسط الشده كالمشى السريع لمده طويله تزداد سرعة التنفس ثم يقل معدله وينتظم لفتره معينه تسمى **الفتره الثابته** , ويصل الفرد الى هذه الحاله بعد مرور ٤-٥ دقائق **والفتره الثابته هى الفتره الزمنيه اللازمه لتكيف الجهازين الدورى والتنفسي (اى تنظيم عمليه تبادل الغازات فى الرئتين وتزويد العضلات العامله بما تحتاجه من الاوكسيجين)** .

حيث تثبت فى الفتره الثابته :

- **سرعه الدوره الدمويه ,**
- **درجه تركيز حامض اللبنيك فى الدم ,**
- **درجه حراره الجسم ,**

يبقى الجسم فى هذه الحاله (الثابته تقريبا) طوال فتره النشاط مع ملاحظه تكوين دين اوكسيجيني قليل, وبعد انتهاء النشاط وعوده الجسم الى حالة الراحه يعوض هذا الدين حيث فى هذه الفتره تزداد سرعة التنفس .

ان ثبات كميه الاوكسجين خلال الدقيقه لا تعنى وصول اللاعب الى الوضع الثابت, فقد يكون ثبات كميه الاوكسجين دليل عدم قدره اللاعب على استخلاص كميه اكبر من الاوكسجين, ويمكن التأكد من ذلك بزياده شدة المجهود فاذا ازداد معدل التنفس ليتناسب مع احتياجات النشاط الجديد هذا يدل على وصول الفرد الى الحاله الثابته , واذا ما بقيت كمية الاوكسجين كما هي دل ذلك على ان اللاعب قد وصل الى اقصى كميه من الاوكسجين يمكنه الحصول عليها, وان هذه الحاله لا ينطبق عليها

ما يعرف بالحالـه الثابتـه , حيث لايزداد معدل التنفس مـع زيـاده الجهد الرياضى وهذا يدل على ان هذا اقصى معدل لاداء مثل هذا المجهود .
ولكي يصل الفرد الـى الفتره الثابتـه او الفتره المنتظمـه يجب ان يحدث تكيف فسيولوجى لاجهزه الجسم المختلفه , والتـى تعمل كوحده واحده لتسـتطيع اداء النشـاط الرياضـى وسـرعه الوصـول الـى الفتـره الثابتـه تتوقف الى حد كبير على كفاءه الرياضي الوظيفيه و التدريب المنتظم .

<u>اهم التغيرات التى تحدث فى الفتره الثابته</u>

- انخفاض سرعه التنفس بالمقارنه مع فتره بدء القيـام بـالمجهود مـع سهوله التنفس .
- تقل درجه استهلاك العضلات للاوكسجين .
- تقل وتنتظم ضربات القلب مقارنه مع فتره بدء المجهود .
- تنظـيم عمـل العضـلات وعـدم الشـعوربالالام العضـليه, وترتفـع درجه حرارتها مما يساعد علـى اتمـام التفـاعلات الكيميائيـه , وبـذلك تزداد قوه انقباض العضلات

<u>التغيـرات النـي تحدث فـي الجهـاز التنفسـي عنـد القيـام بمجهـود عـالـى الشده لفتره قصيره</u>

يحـدث هـذا فـى سـباق الجـرى لمسـافات قصـيره وفـى السـباحه لمسـافه قصيره , وان معدل التنفس يزداد ولا يعود الى معدلـه الطبيعـى , الا بعد فتـره مـن الـزمن فـى نهايـه النشـاط ,و ذلـك بسـبب الزيـاده الكبيـره فـى معدل التـنفس لكـي تمد العضـلات بالاوكسـجين الـلازم للقيـام بمثـل هـذا المجهود فى فتره زمنيه قصيره , ولكن الجسم يسد النقص الاوكسـجينى الحاصل عن طريـق استهلاك جـزء مـن اوكسـجين العضـلات الموجـوده فـى هيموجلـوبين العضـلات (المـايوكلوبين)ونتيجـه ذلـك الـنقص الـذى يحدث فى المايوكلوبين يتجمع حامض اللبنيك فى تلك العضـلات والتـى تحتاج بعد الانتهاء من المجهود الى الاوكسيجين للتخلص من الحـامض المتجمع فيها.
ان كميه الاوكسجين اللازمه للنشـاط العنيف السريع اكثر ممـا يمكـن ان يحصل عليها الفرد خلال الفتره الزمنيه التي يستغرقها النشاط , **والفرق**

فى كميه الاوكسجين المطلوبه للمجهود البدني وكميه الاوكسجين التى يتم الحصول عليها عن طريق التنفس اثناء النشاط تسمى بالدين الاوكسجينى وتعوض هذه الكميه فى البدايه من المايوكلوبين في العضلات , وبعد انتهاء المجهود تعوض عن طريق التنفس , وهذا ما يفسر استمرار زياده سرعه التنفس لفتره طويله بعد الانتهاء من القيام بالمجهود الرياضى.

ان قابلية الرياضى على اداء هذه النشاطات يتوقف على عاملين هما :-

- اقصى كميه اوكسجين يتمكن الفرد استخلاصها من الرئتين الى الدم فى الدقيقه وهذا يتوقف على كفاءة الجهاز التنفسى وجهاز الدوران والدم .

- اقصى كميه دين اوكسجيني يمكن الفرد ان يحصل عليه

يزداد هذان العاملان بالتدريب المنتظم , ويمكن عن طريق معرفتهما تحديد مقدار الجهد الذى يستطيع الرياضى ان يقوم به , وكذلك تحديد الفتره الزمنيه التي يستطيع الرياضي ان يستمر فى هذا الاداء الرياضى. فاذا تمكن اللاعب استخلاص

٤ لترات من الاوكسجين من الدم فى الدقيقه الواحده وفى نفس الوقت يمكن ان يحصل على دين اوكسجين قدره ١٠ لترات فانه اذا اشترك فى سباق بسرعه تتطلب ٥ لترات من الاوكسيجين فى الدقيقه , اى انه يجب ان يستدين لتر واحد من الاوكسجين فى الدقيقه وبذلك يمكن ان يتحمل هذا المجهود لمده عشر دقائق , فاذا زاد هذا اللاعب من سرعته بشكل مضاعف لما كانت عليه اصبح يحتاج الى ١٠ لترات فى الدقيقه بدلا من ٥ لترات اى انه يحتاج الى ٦ لتر دين اوكسجينى فى الدقيقه وبذلك نجد ان اقصى مده للقيام بهذا النشاط الجديد ١٠ /٦ = ٣/ ٢ ,١ دقيقه .

التنفس عند الضغوط المختلفه

المقصود به التنفس (عند الضغط **الجوى الاعتيادى** او **عند الضغط الاعلى من الطبيعي** اى فى منطقه منخفضه عن مستوى سطح البحر او التنفس **عند ضغط اقل من الضغط الجوى** الاعتيادى اى التنفس في المرتفعات) , ان انتقال الفرد من الضغط الجوى الاعتيادى الى ضغط

جوى اعلى لا يشكل اى تاثير على التهويه بل سيتحسن عامل التهويه وذلك نتيجه زياده الضغط الجزيئى للاوكسجين .
اما فى حالات التعرض الى ضغوط جويه مرتفعه جدا فان الزياده فى الضغط الجزئى لغاز النايتروجين يؤدى الى تخدير الجهاز العصبى وبالتالى يضعف عمليه التنفس ثم يوقفه. .
فى المجال الرياضى يتعرض الرياضى الى اللعب فى اماكن منخفضه عن سطح البحر قليلا وفى مثل هذا التعرض تتحسن التهويه, اما عند التعرض الى ضغط اقل من الضغط الاعتيادى الذي كثيرا ما يعرض الاشخاص فى المجال الرياضى الى الاختناق لان الاوكسجين الذى يصل الى خلايا الجسم سيقل عن المعتاد عليه , وعند التنفس في الضغط الجوى الاعتيادى (عند سطح البحر) اى عند ضغط ٧٦٠ ملليمترزئبق نسبه الاوكسجين فى الجو حوالى ٢٠% تقريبا اي ان الضغط الجزئى للاوكسجين تقريبا ١٥٢ملم زئبق (٧٦٠ × ٢٠%) = ١٥٢ ملليمتر زئبق .
عند الصعود الى مكان مرتفع فالضغط الجوى يساوى ٧٦٠ /٢ = ٣٨٠ملمتر زئبق ففى هذه الحاله فان الضغط الجزئى للاوكسجين =٣٨٠ × ٢٠ / ١٠٠ وهكذا .
يحدث نتيجه التعرض الى مثل هذه الظروف اعراض وعلامات مرضيه منها الصداع والاجهاد مع ا زياده معدل التنفس وزياده ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم ويتبع هذه الاعراض هبوط فى مستوى وظائف الجهاز التنفسى , واحيانا توقف فى الدورة الدموية وتزداد هذه الاغراض بزياده المجهود الرياضى , واحيانا تكون هذه الاعراض بسيطه جدا بحيث لا يحسها الفرد وعند تعود الرياضي على الظروف المحيطه به يصبح متاقلم .

<u>نتيجه ما يلى :-</u>

- زياده السعه الحيويه

- زياده نسبه هيموغلوبين الدم

علما ان الفرد يحتاج الى فتره زمنيه تستغرق عده اسابيع للتاقلم هذا .

التنفس وعلاقته ببعض انواع الرياضه

ان الفعاليات الرياضيه والجهد البدني لهما تأثير كبيرعلى وظائف الجهاز التبفسي ومعدل التنفس , حيث تحصل زياده في سرعة دوران الدم وارتفاع الضغط الدموي لذا تتحفز مراكز الاستلام في الجيب السباتي والابهر (مراكز الضغط) وهذا يؤثر على عملية التنفس مما يتوجب تقليل سرعة التنفس وحصول توقف , ولكن في الرياضه يحصل العكس , اذ ان تحفز حالة التنفس يكون فوف العادي (Hyperpnoea) لان الفعاليات الرياضيه والجهد البدني العضلي كلما ازدادت شدته كلما سبب زياده في الفعاليات الحيويه للتحول الغذائي في الجسم منتجا كميات كبيره من ثاني اوكسيد الكربون , وان ارتفاع كمية ثاني اوكسيد الكربون يسبب تحفيز مراكز الاشتلام الكيميائيه في الجسم السباتي والقوس الابهري تحدث افعالا انعكاسيه محفزه لعملية التنفس فتزيد من عمق التنفس ويحصل تنفس فوق العادي , وهذا الثأثير اقل بكثير من تأثير ثاني اوكسيد الكربون على المراكز التنفسيه الموجوده في النخاع المستطيل .لذا نلاحظ تأثيرات الفعاليات الرياضيه المبطئه لسرعة التنفس بسبب الافعال الانعكاسيه الناشئه من ارتفاع الضغط سوف لاتظهر وانما تظهر تأثيرات الفعاليات الرياضيه المسرعه للتنفس يجب ان يتلائم تكنيك التنفس مع انواع الرياضه الممارسه ففى الجرى لمسافات مختلفه نجد ان جري ١٠٠م تغطى من الدين الاوكسجينى لذلك يكون التنفس اثناء التمرين قليلا .

اما فى المسافات الطويله فان التزود بالاوكسجين يتم اثناء الحركه باستمرار, لذلك يجب تجنب التشنج فى التنفس , وان استمرارية التنفس تتم بسهوله وارتخاء بدون تصلب , كما ان العضلات التنفسيه تعمل بتوقيت مناسب , كذلك يكون الزفير ابطء من الشهيق كما يستحسن ان يتناسب التنفس مع عدد الخطوات بانتظام , والتدريب على هذا التوقيت يجعل التنفس يتم اليا.

فى السباحه ينظم التنفس حيث يجب ان يتم فى اوقات معينه تحدد حسب نوع السباحه بشرط ان يستخدم الوقت الاكثر ملائمه لعمليه التنفس استخداما جيدا .فالسباحه تحتاج الى كميه كبيره من الهواء , والشهيق يتم فى كل انواع السباحه من الفم مع لف الراس جانبا , لان الانف لا يمكن

يغطى احتياجات السباح من الهواء لملىء الرئتين فى هذا الوقت القصير المتاح لعمليه الشهبق., اما الزفير فى السباحه فيتم داخل الماء وبقدر الامكان عن طريق الانف . اما فى سباحه الصدر يتم التنفس بطريقه لا ارادية مع توقيت السباحه اى اقصى قوه ممكنه **اثناء كم اللعب النفسى ويليها فى الدرجه اثناء عمليه الزفير واقل قوه ممكنه تتم اثناء عمليه الشهيق .**
وهذا ما يحدث فى الالعاب ذات الشده العاليه ولفتره قصيره جدا مثل رفع الاثقال ورمى القرص والوثب والملاكمه والمصارعه .

تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي

- **زيادة السعة الحيوية وخاصة في الالعاب التي تتطلب كفاءة الجهاز الدوري التنفسي** كما في السباحة والعدو لمسافات طويلة وكرة القدم وتزداد السعة الحيوية حسب أنواع النشاط الرياضي في التدريب المنتظم .
- **الأقتصادية في عملية التنفس وزيادة في أمتصاص الأوكسجين من قبل جدران الحويصلات الهوائي**ة وإن معدل سرعة التنفس للرياضيين الممارسين وخاصةً رياضات المطاولة تتصف ببطء التنفس مقارنةً بغير الرياضيين .
- **تحسن القابلية القصوى للأستهلاك الأوكسجين .**
- **تحسن القابلية اللأوكسجينية وخاصةً في تدريبات القصيرة (القوة في السرعة) .**

الفصل السادس

التغذيه والسوائل الجسميه والالكترولايت

المبحث الاول

التغذيه Nutrition

العناصر الأساسية للغذاء

- الكربوهيدرات مصدر الطاقه الاول

- الدهون المصدر الثاني للطاقه

- البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقه

- المواد المعدنيه (الاملاح)

- السوائل

- الفيتامينات

- الالياف

الأسس العامة لتغذية الرياضيين

الغذاء والطاقه

حاجة الجسم اليوميه من الغذاء (الطاقه)

النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء

العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقه اللازمه للفرد

تصنيف الالعاب الرياضيه حسب حاجة الرياضي من الغذاء و الجهد المبذول

توازن الطاقة

تغذية الرياضي

- تغذيةالرياضي قبل الجهد

- تغذية الرياضي يوم السباق

- تغذية الرياضي بعد الجهد

المبحث الثاني

السوائل الجسمية body fluids والألكترولايت ELECTROLYTES

- السائل الخلوي Enteracellular Fluid

- السائل اللاخلوى extracellular fluid

الماء

وظائف الماء

مصادر الماء فى الجسم الانسان Sources water to the body

الميزان المائى WATER BALANCE

انتقال السوائل في انسجة الجسم

الضغط الأزموزى و توازن السوائل

نعويض السوائل في الانشطه الرياضيه

الحفاظ على محتوى ثابت من الماء في الجسم

التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البينـي

الألكترولايت ELECTROLYTES

المبحث الاول
التغذيه Nutrition

التغذيه Nutrition

يقصد **بعلم التغذيه العلاقه بين الغذاء والجسم , ويشمل تناول الغذاء وهضمه وامتصاصه وتمثيله في الجسم ومايـنتج عن ذلك من تحرير للطاقه وعمليات النمو والتكاثر وصيانة الانسجه والانتاج والتخلص من الفضلات .**

اما الغذاء هو اي ماده صلبه اوسائله تزود الجسم بالعناصر الغذائيه ويحصل من استهلاكها على الطاقه والنمو والصيانه لانسجة وخلايا الجسم وتنظيم العمليات الحيويه , وللتغذيه وظيفتين اساسيتبن هما :

- الوظيفه البنائيه

- الوظيفه الحركيه (الديناميكيه)

يعد الغذاء العنصر الاساسي لانتاج الطاقه , وان نقص التغذيه ينعكس سلبا على الانجاز الرياضي , وتختلف تغذية الرياضي عن غير الرياضي , وان تغذية الرياضي تختلف قي يوم السباق واثناؤه وبعده , كما يجب ان تراعى نسب المواد الغذائيه الداخله قي التغذيه وفق النشاط الرياضي الممارس .

ان كمية التغذية ونوعيتها تعتمد على شدة الحمل وزمن الأداء والمسافة المقطوعة أوالجهد المبذول ، فالفرد الرياضي يحتاج تقريبا الى (٤١-٥٨) كيلوسعره حراريه/ كغم من وزن الجسم يومياً , أماالمرأه الرياضية فتحتاج تقريبا الى (٣٧-٥١) كيلوسعرحراري/ كغم من وزن الجسم يومياً خلال النشاط البدني والتدريب , **والسعره الحراريه هي الوحدة القياسيه اللازمه لرفع درجة حرارة الماء من ١٤،٥ الى ١٥،٥ اي درجه مئويه واحده .**

ان احتراق المواد الغذائيه ينتج عنها طاقه , ولذلك فآن كمية ونوعية الغذاء لها تآثير كبير في نوعية ومقدار حركه الجسم .

العناصر الأساسية للغذاء

هي المواد الاوليه التي يحويها الغذاء ,ولايمكن ان تصنع في الجسم او تصنع بكميات غير كافيه مما يتحتم الحصول عليها من الغذاء وتشمل العناصر الغذائيه مركبات عضويه وغيرعضويه واخرى كيميائيه ينتج عن تناولها الطاقه والعمليات الحيويه الاخرى .

وتشمل:

- **الكربوهيدرات مصدر الطاقه الاول**
- **الدهون المصدر الثاني للطاقه**
- **البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقه**
- **المواد المعدنيه (الاملاح)**
- **السوائل**
- **الفيتامينات**
- **الالياف**

اولا- الكربوهيدرات Carbohydrates

هي من المشتقات المائيه لعنصر الكربون , وهي مصدر الطاقه الاول للنشاط العضلي حيث توفر للجسم حوالي ٥٠-٧٠ % من حاجته للطاقه وتتكون من الكاربون والهايدروجين والاوكسجين , وتعد اهم غذاء للرياضين لاستخدامها في الطاقة لجميع الأنشطة البدنية تقريبا , اضافة الى انها تنتج الطاقه بالطريقه اللااوكسجينيه والاوكسجينيه , وتزيد كفاءة انتاج الطاقة بالطريقة الأوكسجينية ويزيد من اهميتها ان كمية الاوكسجين اللازمه لاكسدتها تقل عن كمية الاوكسجين اللازمه لاكسدة المواد الدهنيه .

توجد الكربوهيدرات في الجسم على النحو الاتي :

- سكر الدم (الكلوكوز)Glucose

هو سكر احادي رمزه الكيمياوي (C6H12O6) لايحتاج الى عملية هضم يمتص كما هو وينتج عن احتراقه الطاقه والماء وثاني اوكسيد الكربون.ويشمل السكريات الاحاديه ايضا (الفركتوز, الكالكتوز) وهي ابسط انواع السكريات لاتحتاج الى هضم قبل امتصاصها .

- السكريات الثنائيه
تتكـون مـن اتحـاد جـزيئتين مـن السـكر الاحـادي ومـن اهمهـا (السكروزواللاكتوز والمالتوز) .
- السـكريات المتعـدده وتتكـون مـن اتحـاد عـدد كبيـر مـن جزيئـات السكريات الاحاديـه والثنائيـه ولابد من هضـمها وامتصاصـها واهمها السليلوز والكلاكوجين.

-الكلاكوجين (Glycogen) النشآ الحيوانى
يتكون من وحدات متكرره من سكر الكلوكوز ويتكون بعد امتصـاص السـكريات الاحاديـه (الكلوكـوز, الفركتـوز, الجلاكـوز) عـن طريـق دخولها الشعيرات الدمويه بخملات الامعاء الدقيقه الى الدوره البابيه الكبديه. يتم تخزين السكريات الاحاديه بعد تحويلها الى الكلاكوجين بسرعه تعادل سرعة احتياج الجسم اليه , ومن ناحيه اخرى تقوم العضلات والخلايا بآمتصاص الكلوكوز من الدم والاحتفاظ به على شكل كلاكوجين لتحويله الى طاقه وقت الحاجه اليه.وهي تخزنه في الجسم داخل العضلات والكبد وهوالمركب الأساسي للطاقة خلال الأداء الرياضى ،
تصل حاجة الرياضي من السعرات الحرارية الكربوهيدراتية مابين ٥٥- ٦٥% من مجموع السعرات الحرارية المطلوبة للرياضي يوميا .
تكمن أهمية الكربوهيدرات انها تمنع استخدام البروتين كمصدر للطاقة وهي أيضا تشكل الغذاء الرئيسي للخلية العصبية وبوجودها تحترق الدهون احتراقاً كاملاً.
أن الكربوهيدرات والدهون تستهلك خلال ممارسة النشاط والعمل بنسب متفاوتة تبعا
لكثافة العمل وشدته وكلما ازدادت مشقة العمل زادت أهمية الكربوهيدرات وتعد الدهون مصدراً هاماً للطاقة في ممارسة الأنشطة الرياضية الأقل اجهاداً.
من مجموعة الكربوهيدرات الرز:والحنطة والشعير ومن مجموعة الكربوهيدرات السكريات ايضا بأنواعها المختلفة :سكر القصب سكرالعنب ،سكر الفواكه ، سكر البنجر.

وظائف الكربوهيدرات

- توفير الطاقه اللازمه للجسم

- تدخل وتساعد في تركيب بعض مركبات الجسم

- تساعد على اكسدة المواد الدهنيه لاستغلالها في توفير الطاقه

- تحافظ عل البروتينات من استغلالها في توليد الطاقه

التحميل الكاربوهيدراتي

تعد الكربوهيدرات مصدر اساسي للطاقه وان اغم منه ينتج مايعادل ٤،١ سعره حراريه كذلك انها تتحلل لانتاج الطاقه هوائيا ولاهوائيا ,لذلك تستخدم نظرية التحميل الكربوهيدراتي لزيادة كمينها في مخازن الجسم وذلك لزيادة القابليه والنشاط البدني والقدره على انجاز افضل , وهناك عدة طرق لزيادتها في الجسم منها:

- الاسبوع الاخير قبل السباق يتم الامتناع من تناول الكاربوهيدرات **في الايام الثلاثه الاولى من الاسبوع** , وتناول اغذيه تحوي البروتينات والدهون مع ممارسة تمرين ذو شدة عاليه لغرض افراغ مخازن الجسم من من الكلاكوجين .

في الايام الثلاث التاليه من الاسبوع نفسه يتم زيادة الاغذيه التي تحوي الكربوهيدرات مع اداء تمرين خفيف , هذا ما يرفع نسبة المخزون من الكلاكوجين حوالي ٧٠٠غم اي حوالي ٢٨٠٠ سعره حراريه , علما ان معدل الكلاكوجين المخزون في الجسم حوالي ٤٠٠غم تقريبا .

تستخدم هذه الطريقه في الغعاليات التي تستغرق اقل من ٣٠ دقيقه , لان زيادة الكلاكوجين الى حد كبير يعني زيادة كمية السوائل , وهذا يسبب التصلب والتعب العضلي في الفعاليات ذات المده الطويله .

ثانيا - الدهون

هـي مركبـات عضـويه لاتـذوب فـي المـاء ولاتتأكسـد الا بوجـود الكربوهيدرات , تنتج الطاقه بطريقه هوائيـه فقط , وتعد مصدر مهم للطاقه في الانشطه التي تتطلب اداء لفتره طويله ولتكوين الخلايا , وتتكـون مـن الكـاربون والهايـدروجين و (الاوكسـجين بنسـبه قليلـه)وتتكـون مـن ٣ جزيئـات مـن الاحمـاض الدهنيـه وجـزيء واحـد مـن الجلسرايد .

توجد الدهون في المصادر الحيوانيه والنباتيه وتكون على نـوعين :-

- **الاحماض الدهنيه المشبعه** وتؤدي زيادتها في الدهن الى صلابته
- **الاحمـاض الدهنيـه غيـر المشـبعه** (وتشـمل الاحاديـه التـي زيادتهـا تجعل الدهن سائلا والمتعدده التي تزيد من سيولة الدهن بشكل اكبر من الاحاديه)

وظائف الدهون خلال الاداء البدني

- تعد من العناصر المهمه في الانشطه الرياضيه التي **تتطلب الاداء لفتره طويله** , وأن الكمية المطلوبة للرياضي من الدهون بنسبة ٢٥-٣٠ ٠/٠ من مجموع السعرات الحرارية اليومية ويفضل أن تكون من النوع غيرالمشبع ذي مصدر نباتي.
- تزود الطاقة لخلايا الجسم حيث **تزود الجسم بحوالي ٢٠- ٤٠ % من الطاقه اللازمه**
- **تعد المصدر الاساسي الثاني للطاقة بعد الكربوهيدرات** حيث جزيء الدهون عند احتراقه يولد ٩ سعرات حرارية لكل غم واحد من وزن الجسم .
- **لاتحترق إلا اوكسجينياً فقط لذا فهي مفيده في ألعاب المطاولة**
- **تتطلب وجوده الكربوهيدرات ليتم احتراقها كاملاً .**
- **تزود الجسم بالأحماض الدهنية الضرورية** للنمو والتي لها علاقة بامتصاص بعض الفيتامينات .

تحمل الفيتامينات التي لاتذوب في الماء حيث **تعد مصدرا لامداد الجسم بالفيتامينات التي تذوب في الدهون (D,E,A,K)** .

- تحافظ على الاحشاء واسنادها , ويعمل الدهن المخزون تحت الجلد لحماية من الاصابات الخارجيه وان الدهون حول الاعضاءالجسميه لاتحرق , الا بعد استنفاذ جميع الدهن المخزون في الجسم .

- تدخل في تركيب جدار الخليه

- تعمل كمنظم حراري وتحافظ على درجه الحراره في الجسم

- مهمه للنمو البدني وزيادة الوزن.

- تدخل في تركيب الهرمونات الجنسيه

- انتاج حامض الليونيك Linoleic Acide الذي نقصه في الجسم يسبب نقصان الوزن.

- يدخل بعضها في تكوين بعض خلايا الجسم لاسيما المخ والكبد والقلب والكليه .

يمكن الحصول على الدهون من المواد الغذائية الحيوانيه مثل (الزبد والجبن واللحم والبيض والحليب وغيرها) والنباتيه:مثل (الخضروات الدهنية ، الزيوت النباتيه وغيرها

ثالثا - البروتينات Protein

تتكون من الكاربون والهايدروجين والاوكسجين و (النتروجين بنسبة ١٦%من وزنها) والاحماض الامينيه , كذلك يحتوي معظمها على الكبريت والبعض الاخرعلى اي من العناصر وبنسب متفاوته مثل (الفسفور ,الحديد ,الكالسيوم .المغنسيوم ,النحاس ,الخارصين) كذلك المنغنيز الذي يعد من العناصر الهامه للرياضين لانه يدخل في بناء العضلات والعظام وتكوين الانزيمات والهرمونات والاحماض الامينيه المختلفه مثل حامض الجيلاسين Glycine Acid وحامض ثنائي الببتيد Dipeptid Acide وغيرها.

تعتبر البروتينات العنصرالأساسي لبناء الخلايا العضلية والأنسجة ،ويحتاجها الرياضيين أكثر من غيرالرياضيين ، وتقدر الكمية المطلوبة للرياضي بنسبة ١٢- ١٥% من مجموع السعرات الحرارية المطلوبة يوميا .وهي مصدرضعيف للطاقة ولاتستخدم كمصدر للطاقة إلاّ بعد نفاذ الكربوهيدرات والدهون وهي لاتحترق لأوكسجيناً , ومن الجدير بالذكر في المجال الرياضي يجب عدم الوصول الى حرق البروتينات للحصول على الطاقه .

وظائف البروتينات

- تدخل في الكثير من الوظائف الحيويه داخل الجسم
- تدخل في تركيب (الهيموغلوبين,الشعر والجلد , الاظافر,الاربطه العضليه واربطة المفاصل)كذلك تدخل في تركيب (البلازما , وتركيب الخليه وجدار الخلايا والنواة لذلك فأنها تدخل في عملية نقل الصفات الوراثيه).
- تصنيع مواد تخثر الدم
- تنظيم السوائل بين داخل وخارج الخليه
- تنظم الحامظيه والقاعديه او PH للدم
- تكوين الاجسام المضاده ومضادات السموم
- تعمل على نقل بعض المواد الغذائيه مثل الفيتامينات وتزيد من فعاليتها مثل فيتامين A في عمليات البناء واعادة بناء التالف من الأنسجة

- تستخدم لزيادة حجم العضلات
- تدخل في تركيب الهرمونات والانزيمات عدا الهرمونات الجنسيه
- مصدر ضعيف للطاقه والاخير ويمكن الاعتماد عليها في حالات التمرين الطويل لانتاج الطاقه (ATP) .

ان حاجة الانسان للبروتين للمرأه ٠،٩غم /كغم من وزن الجسم , ويكفي ١،٥ غم لكل كغم من وزن الجسم للرياضيين المحترفين وقد يحتاج رياضيوا البناء العضلي ورياضات القوه الى ٢غم /كغم ،ولايجوز المبالغة في الآعتماد على البروتين للرياضيين والرياضيات , لأن ذلك يسبب الجفاف والامساك وذلك بسبب امتصاص الماء من بقية الاغذيه اثناء التمثيل الغذائي .

انواع البروتينات

البروتين يوجد على شكل ٢٠ نوع من الاحماض الامينيه التي تكون على نوعين:

-الاحماض الامينيه الضروريه(٩) احماض وهي التي لايستطيع الجسم صنعها في داخله لذلك يجب تناولها عن طريق الغذاء .

- الاحماض الامينيه غير الضروريه (١١) وهي التي يمكن ان يصنعها الجسم من تركيبات اخرى .

البروتينات التي تحوي على الاحماض الامينيه الضروريه ذات المصدر الحيواني (اللحم الحليب البيض الخ) اما البروتينات النباتيه اقل كفاءه من البروتينات الحيوانيه وذلك لعدم وجود جميع الاحماض الامينيه فيها .

يستطيع الجسم صنع الكربوهيدرات والدهون من خلال البروتينات ولكن لايمكن ان يصنع العكس بسبب وجود النيتروجين في البروتينات , ان عملية التمثيل الغذائي للبروتينات تكون معقده بسبب ما يلفظه من مخلفات بعد سلسله من العمليات المعقده والتي تطرح خارج الجسم على شكل يوريا وتكون بحدود ٤٠- ٤٥ ملغم/١٠٠مللترلذلك لايمكن اخذها بكميات كبيره .

اماكن وجود البروتين في الجسم

٥٠%في العضلات
٢٠% في العظام
١٠% في الجلد
١٠%في الخليه العصبيه (خلايا الدماغ)
١٠% في اماكن اخرى من الجسم

رابعا - الفيتامينات

تعمل الفيتامينات كعوامل مساعدة في عملية بناء الأنسجة وادامتها , ولها دورفي عمليات التنظيم الوظيفي والتمثيل الغذائي , وفي التخفيف من التشنجات والتقلصات العضليه.

أن بعض أنواع الفيتامينات يذوب في الماء وبعضها الأخر يذوب في الدهون , الفيتامينات الذائبه في الماء مثل فيتاميني **(B,C)** اللذان يحتاجها الجسم يومياً ولكن اذا أكثرمن تناولها في الاطعمة أوالحبوب المصنعة فان الزائد منها يخرج عن طريق الادرار ويوجدان في الحمضيات والنشويات والحبوب .

ان مجموعة فيتامين (B) لها تأثير على تمثيل السكريات في الجسم لذا يحتاجها الرياضي في التغذية بأعطائها مع المشروبات .

اما الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل **(K,E,D,A)** فانها تخزن في الجسم وخصوصاً في الكبد والأنسجة الدهنية وتؤدي زيادة تخزينها الى أثرسلبي وخطير على الجسم ،كما أن نقصها يسبب امراضاً مزمنة وتوجد في الخضروات ذات اللون الداكن والمنتجات الحيوانية , اهميته الفيتامينات في الرياضية محدودة فهي ليس لها علاقة بانتاج الطاقة , وعلاقتها بالعمل العضلي محدودة جداً وفي ادناه جدول (٣) يبين مقدار حاجة الرياضي لاهم الفيتامينات .

الفيتامينات	مقـــدار الحاجـــه الاعتياديه	مقدار حاجة الرياضي

B1	**١- ١،٥ملغرام**	**٤-٨ ملغرام**
C	**٥٠-١٠٠ ملغرام**	**٢٠٠- ٤٠٠ ملغرام**
A	**٥ ملغرام**	**١٢- ١٥ ملغرام**

جدول رقم (٣) يبين حاجة الرياضي لاهم الفيتامينات

خامسا - الأملاح

الملح ينتج عن تفاعل مادة حامضيه واخري قاعديه وعندما يتحلل الملح في الماء يتفكك الى ايونات سالبه -CL وموجبه +NA, تحتوي اجسامنا على عدة املاح يوجد بعضها في الخلايا واخرى في سوائل

الجسم مثل الدم واللمف , والسوائل حول الخليه وتعد ايونات الاملاح مصدرا للعديد من العناصر الكيميائيه الهامه .

وظائف الاملاح

تقوم الاملاح بوظائف متعدده منها :

- **تدخل في تكوين الانسجه**
- **تبادل الغازات**
- **تساعد في الهضم**
- **بناء العظام**
- **للاملاح دورهام في تنظيم العمليات الحيوية بالجسم كتنظيم ضربات القلب والتحكم بانقباض العضلات** .

ان للاملاح دور في عملية **التنفس وحرق الغذاء داخل ال**جسم , وهي مهمة لنشاط الخلايا واحداث التغيرات الكيميائية التى تطرأ على النشويات عند حرقها بالجسم لاطلاق الطاقة الكامنة فيها وبالسرعة المطلوبة .

نقص الأملاح أثناء عملية التعرق يؤدي الى **تعطيل الإشارة العصبية المتجهة** الى العضلات وحدوث الشد العضلي .لذلك ينبغي أن يكون غذاء الرياضي غنياً بالصوديوم بسبب فقدانه أثناء التعرق الذي يصاحب ممارسة الألعاب الرياضية وحاجة الرياضي اليه أكثر من حاجة الأشخاص الأخرين , اضافة الى ذلك ينبغي احتواء غذاء الرياضي الى أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والذي يستهلكان عند حصول مختلف عمليات الأيض التى تزداد شدتها عند اجراء التمارين الرياضية .

تبقى الاملاح في الجسم لمدة **(٢-٣) ساعات وبعد ٢٤ ساعة من اخذها سيتطلبها الجسم مرة اخرى لذا تؤمن هذه الاملاح مع المشروبات.**

ويحتاج الرياضي الى (٢٠) غرام يومياً من ملح الطعام لانه يفقد كثيراً منه بسبب التعرق ويفقد معه عنصر الكلور والذي يدخل في تركيب حامض المعدة وقلته تسبب فقدان الشهية وبالتالي قلة الانجاز الرياضي .

ساسا - السوائل

تكمن أهمية السوائل للرياضي المتمثلة بالماء بشكل أساسي أثناء ممارسة الأنشطة البدنية وخاصة في الأجواء الحارة والرطبة، ويفقد الجسم السوائل بطرق مختلفة عن طريق التعرق والادرار والتنفس والخروج ، لذا يجب ان تؤمن كمية كافية من الماء للرياضي ولان الماء يكون حوالي ٧٠% من جسم الانسان وان فقدان ٠٣% منه يؤدي الى عرقلة واختلال التمثيل الغذائي وتعرض الجسم للجفاف اما فقدان ٢٠% منه فيعتبر عاملاً مميتاً للانسان .

للماء أهمية كبيرة في تبريد الجسم وادامة عملية التنظيم الوظيفي في الجسم التي لاتتم الاّ بتوازن السوائل في الجسم ، لذا يجب على الرياضي أخذ كميات كبيرة من السوائل بشكل متقطع قبل التدريب والمنافسة حتى أن لم يشعر بالعطش فنقص الماء سوف يؤدي الى تعطيل في عمل الجهاز الدوري والعصبي المسيطر على درجة حرارة الجسم .

من الضروري تبريد الماء قبل تناوله (قبل التمرين وفي أثنائه وبعده) حتى يتم الامتصاص بشكل أسرع .

سابعا - الالياف

وهي جزء مهم في النظام الغذائي ولكن الجسم لايمتصها وغالبا ما تتجاهل كماده غذائيه .و توجد في الخلايا النباتيه وتعد منظف طبيعي للامعاء, وتستخدم في الانظمه الغذائيه للمحافظه على الوزن لكونها تشعر الفرد بالشبع وتمليء المعده بدون زيادة الوزن. .

في ادناه حدول(٤) يبين نوع الرياضه الممارسه وحاجة الرياضي من بعض العناصر الغذائيه (الكربوهيدرات والدهون والبروتينات) .

..

نـــــــوع الرياضه	الطاقـــــــــه المســـــتهلكه سعره / يوم	الكاربوهيدرات غم	الدهون غم	البروتينات غم
الشطرنج	٢٨٠٠-٣٢٠٠	٣٨٢-٤٣٠	٩٠-١٠٣	٩٦-١٠٩
الســـــاحه والميدان رفع الاثقال المصارعه	٣٥٠٠-٤٥٠٠	٤٧٨-٦١٥	١١٣-١٤٥	١٢٠-١٧٤
السباحه كرة القدم الدراجات	٤٥٠٠-٥٥٠٠	٦١٥-٧٦٥	١٤٥-١٧٧	١٥٤-١٧٤
التزلج على الجليد الماراتون	٥٥٠٠-٦٥٠٠	٧٦٥-٩٢٠	١٧٧-٢١٠	١٧٤-١٩٠

جدول رقم (٤) يبين حاجة الرياضي من بعض العناصر الغذائيه (الكربوهيدرات والدهون والبروتينات)(عن مازن سلمان , تغذية الرياضيين, ١٩٨٠ بغداد)

<u>الأسس العامة لتغذية الرياضيين</u>

أن الوظائف الأساسية للتغذية يمكن ايجازها بما يلي

- **المصدرالأساسي للطاقة** لاستمرار الحياة والعمل والحركه والانتاجيه وصنع المواد الاساسيه لبناء انسجة الجسم ونموها .
- **بناء الخلايا والأنسجة وإدامتها وإصلاح التالف منها** بفعل الهدم او الجروح.
- **المحافظة على استمرارعملية التنظيم الوظيفي في الجسم** وتشمل -المحافظه على توازن الماء في الجسم
- **تنظيم ضربات القلب وسرعةالتنفس** والمحافظه على توازنهما .
- **دعم مقاومة الجسم للامراض وكسب المناعه**

تشمل هذه الوظائف العناصر الغذائيه الاساسيه الكربوهيدرات , الدهون , البروتينات .

<u>الغذاء والطاقه</u>

تقدرالطاقة التي تنتج من المواد الغذائية بوحدات حرارية هي **(الكالوري)** و**(الكيلوكالوري)** وتسمىايضا **بالسعرة** , ويجب أن يكون هناك تطابقاً بين عدد السعرات الداخله , التي يحتاجها الجسم وبين عدد السعرات التي يحصل عليها، مثلا إذا كان الجسم بحاجة الى ٣٠٠٠كيلو كالوري يومياً فينبغى أن يحصل من الغذاء على ٣٠٠٠كيلوكالوري يوميا ايضا , اي أن عدد السعرات التي يحصل عليها الانسان من الغذاء هومجموع السعرات التي تحررها مكونات ذلك الغذاء وبصورة رئيسية الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات .

حيث أن غذاء أي انسان يجب أن يحوي على **هذه المواد بنسبة ١:١:٤** وهذا يعني اذا احتوى الغذاء على ١غم واحد من البروتين فينبغي أن يحوي ١غم من الدهون و٤غم من الكاربوهيدرات وذلك لأن:**١غم من الكاربوهيدرات وكذلك ١غم من البروتينات اذا احترقت تعطي ٤،١ كيلوكالوري**

، بينماالاحتراق **١غم من الشحوم يعطى ٩،٣ كيلوكالوري ،**

وعلى هذا الأساس ينبغي أن يعطي الغذاء اليومي :

البروتين بنسبة١٤ ٠/ من عددالسعرات

الشحوم بنسبة٣١ ٠/من عدد السعرات

الكاربوهيدرات ٥٥ ٠/ من عددالسعرات .

حاجة الجسم اليوميه من الغذاء (الطاقه)

يستهلك الفرد الطاقه بصورة مستمره حتى اثناء الراحه التامه والنوم , حيث يستهلك حوالي- ١٨٠٠- ١٦٠٠ سعره حراريه (نسبة الى رجل يزن ٧٠ كغم) وعند المرأه (١٢٠٠- ١٤٥٠)سعره حراريه , وهذه السعرات تصرف لتلبية متطلبات عمل القلب وعضلات التنفس وعمليات الايض الخلوي والمحافظه على درجة حرارة الجسم .

أمابالنسبة للشخص الرياضي فيجب الأخذ بنظرالاعتبار النشاطات والاجهادات التي يبذلها في عمليات التدريب , والتي تحتاج الى طاقة اضافية بهذا القدر أوذاك حيث يزداد مقار الطاقه المستهلكه من ١٢سعره/ دقيقه خلال الراحه الى ٢٠ سعره / دقيقه او اكثرخلال الجهد البدني او المجهود الشديد , كما يحتاج الجسم الى طاقه اضافيه عند تناول الطعام لاتمام عملية الهضم والامتصاص ,ولكن النشاط البدني يحتل النصيب الاكبر في استهلاك الطاقه, حيث أن عدم توفرالطاقة الضرورية في غذاء الرياضي سيؤدي الى استهلاك الاحتياطي من المواد الغذائية في الأعضاء عند ممارسة التمارين الرياضية المختلفة . وان احتراق هذه المواد يزود الجسم بالسعرات الحراريه اللازمه لفعالياته المختلفه ويحصل الجسم على السعرات اللازمه لنشاطه من المكونات الغذائيهالاساسيه الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات بعد احتراقها , وتختلف حاجة الفرد للسعرات الحراريه وذلك تبعا لنوع العمل الممارس والعمر والجنس والوزن وحالة الجسم الصحيه والهرمونيه .

وفيما يأتي نسب الزياده في السعرات الحراريه وفق نوع النشاط الممارس :-

- الاعمال المكتبيه ٥٠%

- النشاط البدني البسيط ٦٠%

- النشاط البدني المتوسط ٧٠%

- النشاط البدني الشديد ١٠٠%

النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء

ان الفرق الاساسي بين تغذية الرياضي وغير الرياضي يكمن في عدد السعرات المطلوبه لكل منهما, وتختلف الحاجه الى الغذاء بأختلاف الافراد والفعاليات البدنيه الممارسه وزمنها ,حيث يجب الموازنه بين كمية ونوعية المواد المأخوذه والجهد المبذول وان زيادة المواد المأخوذه عن مقدار الحاجه سيؤدي الى خزنها في الجسم .

العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقه اللازمه للفرد

- **مرحلة النمو** حيث تعد فترة النمو (١٢-٢٢) سنه عند الذكور و (١٢- ١٨)عند الاناث فترة نمو متصاعده يحتاج فيها الفرد الى كميات غذائيه اكثر.
- **العمر** تقل الطاقه المستخدمه مع تقدم العمر
- **الجنس** المرأه اقل استهلاكا للطاقه من الرجل لاسباب بايولوجيه تكوينيه
- **النشاط البدني** تزداد الحاجه لاستهلاك الطاقه والسعرات الحراريه كلما زادت شدة النشاط البدني , حيث يحتاج النشاط البدني الخفيف الى اقل من ٥ سعرات حراريه / دقيقه والمعتدل الى ٥- ١٠سعرات / دقيقه اما النشاط الشديد يحتاج الى اكثر من ١٠ سعرات / دقيقه

تصنيف الالعاب الرياضيه حسب حاجة الرياضي من الغذاء و الجهد المبذول

- **الالعاب التي يبذل فيها الرياضي جهدا كبيرا وبشكل متواصل ولفتره طويله** مثل (السباحه ,التزحلق على الجليد ,الدراجات ,الجري لمسافات طويله)
- **الالعاب التي يبذل فيها الرياضي جهدا كبيرا وبشكل غيرمستمر ولمده طويله** (كرة القدم, كرة اليد, كرة السله , الهوكي ,كرة الطائره)
- **الالعاب التي يبذل فيها الرياضي جهدا كبيرا ولفتره قصيره** مثل (كرة المنضده ,المبارزه , الرمايه ,البولنك , الزوارق)
- **الالعاب التي تشتمل على القفز وتتطلب السرعه والتي تحتاج الى السيطره العصبيه – العضليه للجسم** حيث يبذل الجسم كامل طاقته ولفتره قصيره جدا مثل(جري المسافات القصيره, قفز الزانه ,الملاكمه ,قفز الموانع, القفز العالي ,القفز للماء)
- **الالعاب المختلطه** والتي تعتمد على سرعة التنبيه العضلي العصبي وتشمل استعمال القوه والمطاوله احيانا والسرعه في آن واحد احيانا مثل (المصارعه ,رمي القرص , رمي الثقل ,جمناستك الاجهزه)

توازن الطاقة

هي السعرات الحراريه المكتسبه ازاء السعرات المستهلكه والتي تزود الجسم بالتغذيه الصحيه وما يحتاجه من من العناصر الغذائيه بشكل يكفي نشاطاته المختلفه ويتحقق ذلك بتنوع التغذيه .

يحتاج الفرد في حالة الراحه التامه وبدون حركه وفي اجواء قياسيه وحراريه ثابته وطبيعيه الى ١٧٠٠- ٢٠٠٠ سعره حراريه وهي الطاقه اللازمه لعمل القلب والدم والجهاز الهضمي والكبد والعمليات الفسيولوجيه والبايولوجيه للخلايا, وتزداد السعرات الحراريه لاي جهد اضافي , وتتناسب الطاقه المستهلكه تناسبا طرديا مع شدة الفعاليه الرياضيه الممارسه وكذلك الطاقه التي يحتاجها الرياضي لاداء النشاط وتختلف بآختلاف شدة الفعاليه ومدتها الزمنيه المسغرقه:ويحتاج

الرياضي الذي يمارس جهدا بدنيا شديدا الى (٥٠٠٠- ٦٠٠٠) سعره حراريه في اليوم لاداء الجهد البدني , لذلك من المفيد تناول عدد اكبر من الوجبات ٤-٥ وجبات في اليوم لغرض المحافظه على نسبة السكر في الدم لان الوجبات قليلة الحجم تمنع تجمع الدهون في الجسم وتوفر مستوى افضل من السكر .

السعرات التى يكسبها الفرد من الاغذية وخاصة الدهون تفوق عدد السعرات المكتسبة من الكربوهيدرات ومصادر الطاقة الاخرى .

ان السيطرة على وزن الرياضي والمحافظة عليه ضمن مستوى معين تتم عن طريق ما يلي :

- تقليل كمية الدهون المكتسبة في المتطلبات اليومية للطاقة .

- زيادة استهلاك السعرات الحرارية الزائدة عن طريق ممارسة النشاط الرياضي والبدني

ويمكن الالتزام بالنقطتين اعلاه للحصول على التوازن الصحيح .

يحصل التوازن في الطاقة عندما تكون السعرات المكتسبه بقدر السعرات المستهلكة وان زيادة عدد السعرات المكتسبة عن السعرات المستهلكة يسبب زيادة في الوزن اما العكس فيسبب نقصان في الوزن .

المحافظة عن الوزن

سعرات مكتسبه ——— سعرات مستهلكه

تغذية الرياضي

يحتاج الجسم الى (٢٥٠٠-٣٠٠٠) سعره حراريه يوميا , ويرتفع احتياج الجسم للسعرات الحراريه عند الرياضي وفقا لنوع الرياضه الممارسه .حيث تختلف تغذية الرياضي عن غير الرياضي بسبب مايتعرض له من اجهادات بدنيه مختلفه في التدريب وفي المنافسات , كذلك تختلف تغذية الرياضيين انفسهم وفقا لنوع اللعبه او الفعاليه الرياضيه والزمن المستغرق في الاداء , **اي يختلف مقدار استهلاك الطاقه باختلاف التمرين ونوعه واللعبه الممارس**ه فلاعب الجمناستك مثلا يحتاج الى (٣،٥- ٦،٧) سعره حراريه لكل ١كغم من وزن الجسم في الساعه , بينما في العاب المطاوله (السباحه لمسافات طويله ,الجري لمسافات طويله) يحتاج الرياضي الى (٤،٤- ١٠،٧) سعره حراريه لكل ١كغم من وزن الجسم في الساعه .

تغذية الرياضي يجب ان **تكون متكامله وتحتوي على الانواع الغذائيه الاساسيه** (الكربوهيدرات والبروتينات والدهون) التي تختلف كمية الطاقه المتحرره منها فآن احتراق ١غم من السكريات يولد (٤،٢) سعره حراريه بينما حرق نفس الكميه من الدهون يحرر(٩،١) سعره حراريه ونفس الكميه من البروتينات تحرر(٤،٤) سعره حراريه لذلك يجب ان لاتتجاوز نسبة الدهون في غذاء الرياضي اكثر من(٢٥-٣٠%)في الطعام و**(١٨-٢ %)** بروتينات وترتفع هذه النسب في انواع الرياضه التي يزداد فيها استهلاك الطاقه في خلايا الانسجه .

تغذية الرياضي يجب ان تحتوي على **اربعة اجزاء في السكريات الى جزء واحد من كل الزلاليات والدهنيات تقريباً ,** ويجب على الرياضي **اخذ كمية كافية من االبروتين**, حيث انه يساعد على نمو الجهاز العضلي , على ان ي**كون ٥٠% من البروتينات المأخوذة ذات مصدر حيواني وذلك لاحتوائه على حوامض امينية لايتمكن الجسم من بنائها .**

اما بقية الطاقة تؤمن عن طريق السكريات والتي **يجب ان يكون ٣/٢ منها من السكر المتعدد (الخبز، الرز،البطاطا) اما الثلث الباقي فمن السكريات البسيطة** , وتعطى **للرياضي الفيتامينات والاملاح المعدنية حسب احتياج الجسم** لان اعطائها اكثر من الحد المطلوب تكون غير

ذي فائدة وتطرح خارج الجسم , لكونها لاتخزن في الجسم ،ومن الفيتامينات المهمة للرياضي فيتامين (c) للوقاية من اصابات البرد التي يتعرض لها الرياضي غالباً .

.يحتاج الرياضي الى كمية من السكريات لعملية تكوين وخزن الكلاكوجين كمصدر للطاقة في تقلص العضلات , والذي تنقص كميته او تفقد اثناء اداء الرياضة العنيفة ولمدة طويلة وتصل الى الصفر ولذا ينصح الرياضي بتباول نسبة عالية من الزلاليات والدهنيات لفترة قصيرة من الزمن, ومن ثم يتناول كميات كبيرة من السكريات ولعدة ايام قبل السباق للاستفادة من كمية الكلاكوجين المخزونة في الجهاز العضلي لضمان استمرار النشاط او المجهود لفترة زمنية طويلة (التحميل الكربوهيدراتي الذي سبق شرحه).

كما ان اعطاء مواد غذائية غنية بالسكريات وسريعة الامتصاص والتمثيل مثل (السوائل) قبل بدء السباقات او خلالها مهم جداً في سباقات المسافات الطويلة وفي سياق الدراجات لانها تستنزف سعرات حرارية كثيرة.

تغذيةالرياضي قبل الجهد

- يجب ان تكون اخر وجبه يتناولها الرياضي قبل ٣- ٤ ساعات من بدء النشاط لان الوجبه الغذائيه المتآخره تسبب استهلاك كميه كبيره من الدم في الجهاز الهضمي (٣/٢)لاتمام عملية الهضم مما يسبب نقص في كمية الدم الوارد الى الجهاز العضلي وبالتالي قصور في نشاط العضلات .

- يجب ان تحتوي المواد الغذائيه على نسبه عاليه وملائمه من الكربوهيدرات اضافة الى الفيتامينات ,ويمكن تناول الكربوهيدرات قبل المافسه بساعه او ساعتين لسرعة هضمها.

- اخذ سكريات سريعة الامتصاص والتمثيل ويفضل اخذها على شكل سوائل قبل السباق بنصف ساعه لان هذه المواد تزيد من خزن الكلاكوجين .

- يجب على الرياضي خفض نسبة البروتينات في الطعام قبل ثلاثة ايام من السباق لان النسب العاليه تؤدي الى التشنج العضلي والالام المفاصل .

- تجنب الاغذيه التي تهضم بصعوبه مثل الدهون واللحوم اذ تحتاج الى ٣-٤ ساعات قبل المسابقه كي تهضم .

- تجنب المشروبات الغازيه والتي تحتاج الى ٣٠ دقيقه كي تهضم .

- الامتناع عن الاغذيه المالحه لانها تسبب العطش وتناول كميات كبيره من السوائل , مما يؤثر على الجهاز البولي ويرهقه

- الامتناع عن المنبهات مثل الشاي والقهوه ,كذلك المواد الغذائيه التي تسبب الغازات,

- الامتناع عن المشروبات الروحيه كذلك يمنع التدخين لكونهما يؤثران سلبيا على النشاط الرياضي .

تغذية الرياضي يوم السباق

- يجب تناول الاغذيه المعتاده قي يوم السباق مع مراعاة نوع التغذيه بحسب الوقت الذي تستغرقه المباراة وشدة الجهد المبذول فيها , وملاحظة تغيير النسب الغذائيه (مصادر الغذاء)حسب شدة الجهد ونوع اللعبه واحتياجها من السعرات الحراريه بما يغطي الجهد الى نهايته

- يجب ان توفر التغذيه الطاقه اللازمه لتغطية متطلبات الفعاليه او النشاط الرياضي الممارس , حيث لاتؤدي الى التعب السريع بسبب نقص الطاقه لذا يجب ان تحتوي على
كميات من البروتينات النباتي والحليب ومنتجاته والكربوهيدرات .

- ان يكون الطعام المتناول سهل الهضم والتي لاتحمل المعده والامعاء والاكثار من الفواكه والخضروات للحصول على كميات كافيه من الفيتامينات والاكثار من استخدام السوائل الغنيه بالفيتامينات والكلورين

.- يجب ان يكون تناول اخر وجبه قبل ٣-٤ ساعه من وقت المباراة وذلك لكي يحصل الجهاز العضلي على كميه اكبر من الدم.

- عدد الوجبات الغذائيه ٣-٥ وجبات يوميا مع الحفاظ على عدد السعرات الحراريه الكليه اللازمه لنوع النشاط الممارس.

- الفعاليات ذات الفتره الزمنيه القصيره لاتحتاج الى تغذيه خلال السباق مثل الجري لمسافة ١٠٠متر.

- الفعاليات التي تستغرق وقتا طويلا مثل الماراثون وسباق الدراجات وغيرها , فيفضل المحافظه على مستوى معين من السكر, لذلك يجب اخذ السكر السائل في الفعاليات التي تستغرق اكثر من ساعه ,كذلك يجب تعويض السوائل المفقوده اثناء التعرق ويجب ان لا تتعدى الكميه المأخوذه من السوائل عن ٨٠٠ مللترلتجنب التأثيرات السلبيه على الانجاز .

- تناول قليل من الدهون كذلك ان تحتوي على الاملاح والفيتامينات التي تناسب شدة الجهد والفتره الزمنيه التي يستغرقها . ويجب تناول نوعيه الطعام من ناحية الكيف الكم وعدم الاكثار لكي لايسبب اجهادات على القلب والجهاز الهضمي . تتوقف كمية الغذاء المتناوله على عدد السعرات الحراريه المفقوده اثناء الجهد .

تغذية الرياضي بعد الجهد

يبذل الرياضي جهدا كبيرا اثناء السباق ويستهلك الكثير من طاقته , اضافة الى هدم الكثير من الخلايا الجسميه التي تستوجب تعويض , لذلك لابد من توفير التغذيه اللازمه للاسراع في عملية البناء هذه لذا يجب :

- زيادة نسبة البروتينات والدهون لانها تدخل في بناء الخلايا العضليه والعصبيه حيث تكتسب اهميتها كونها مصدر غني للطاقه وتساهم مع الكربوهيدرات بنسبة ٨٠/ من كمية السعرات الحراريه .

-تناول كميات كافيه من الفيتامينات السوائل والاملاح المعدنيه ويجب تناويها بعد ١- ٢ ساعه على الاقل بعد السباق لسلامة عملية الهضم .

- الابتعاد عن الاغذيه المثلجه ,

يتمكن الرياضي من تناول بعض الاغذيه سهلة الهضم كالمواد الغذائيه السائله بعد دقائق من السباق لموازنة السكر في الدم ,وفي حالة تكرار الفعاليات في اليوم التالي لابد من تعويض المواد الغذائيه المخزونه في العضلات لاعادة استخدامها مرة اخرى . كما يحتاج الرياضي الى مده كافيه من النوم (٩-١٠) ساعات لتعويض الجسم وتوفير الطاقة اللازمه .

يجب ان يلتزم الرياضي بالتغذيه الصحيه بعد انتهاء السباق ,وذلك من اجل بناء جسمه بالشكل الصحيح وتحقيق الانجازات الرياضيه العاليه , وان يقلل السعرات الحراريه بشكل نسبي نتيجة انخفاض الجهد المبذول .

المبحث الثانى

سـوائل الجسـم والألكتروليـت body fluid ELECTROLYTES

السوائل الجسمية budy fluids

تشكل السوائل الجسميه نسبة (٦٠ – ٧٠ %) من وزن الجسم , وتوجد في داخل الخلايا وخارج الخلايا (وما بين الخلايا) حيث يوجد بلازما الدم (٣) لتر وما بين الخلايا (١٠,٥) لتر وسوائل أخرى ٠,٥ (لتر) أهمها السائل الشوكي وسائل كرة العين وفي الامعاء وفي اماكن اخرى في الجسم.:

تشمل السوائل الجسميه :

اولا - السائل الخلوى Enteracellular Fluid

هي السوائل الموجودة داخل خلايا الانسجة وتشكل ٤٥% من وزن الجسم

ثانيا - السائل اللاخلوى extracellular fluid

يشتمل على جميع السوائل الموجودة خارج خلايا الانسجه سواء كان داخل الأوعية الدموية أو اللمفية أو فى المسافات البينية الموجودة بين الخلايا الجسمية .

ويشمل:

- **السائل البينى interstitial fluid**
- **السائل الوعائى intera vascular fluid**

وينقسم الى :

- **بلازما الدم blood plasma**

وتشكل ٥٠% من وزن الجسم , وتحتوي هذه السوائل على البروتين وغيره من العناصر السهلة النفاذ من خلال جدران الخلايا .

- **السوائل المعوية Intestinal fluid**

وتمثل ١٥% من وزن الجسم , ويقل تركيز البروتينات فيها عن بروتينات البلازما

وكذلك تشمل السوائل خارج الخلية

- سائل اللمف Lymph والإفرازات الغدية Glandular Secretion القنوية واللاقنوية .

الماء water

يعد الماء اهم المواد غير العضويه واكثرها وجودا في الجسم .حيث يكون الماء اعلى نسبه بين مكونات الجسم وتتجلى اهميته في تركيب ووظائف جميع الانسجة الجسمية , والماء لازم لجميع انواع العمليات فى الجسم ويمثل الاحتياج الثاني بعد الهواء لايمكن الاستغناء عنه الا اياماً معدودة . ويعتبر فقد ١٠% من محتوى الجسم من الماء امراً خطيراً ولكن عند ٢٠% فقد مائي من الجسم يتحقق الموت .

تزيد نسبه الماء عن ٧٠% من وزن معظم الانسجة, وتحتوى جميع انسجة الجسم على الماء ولكن كميته تتباين من نسيج الى اخر فتحتوي خلايا الدم الحمراء على ٦٠% ماء و٨٠% في الخلايا العضليه و٩٢% في بلازما الدم ونسيج الاسنان على حد أقصى ٥%.فى حين يحتوي النسيج الدهني والنسيج العظمى على ٢٥% , علما ان نصف كمية الماء الكلي في الجسم يوجد في العضلات التي تكون ٣/١ وزن الجسم .. اما العظام فتحتوي على ٣/١وزنها ماء , وتزداد نسبة الماء فى الانسجة الليفيه على الانسجة الدهنية ولذا يتكون جسم الرجل من كمية ماء اعلى من المرأة وذلك لقلة نسيج الدهني الاخزاني نسبياً فى جسمه مقارنة بالمرأة .

تحتوى الأنسجة الشحمية على كمية أقل من الماء نسبة الى الأنسجة الجسمية الأخرى باستثناء العظام لأنها تحتوى على المواد الدهنية بدل الماء ,لذلك فان نسبة الماء فى النسيج أو فى الجسم كله تعتمد على نسبة المواد الدهنية الموجودة فيها , لذلك لايمكن أن يعبر عن كمية الماء الكلية للجسم بشكل نسبة مئويه من وزن الجسم ما لم تذكر النسبة التكوينية للشحوم فى الجسم .

تشكل نسبة الشحوم عند الرجال حوالى ١٤% من وزن الجسم أما عند النساء ١٨% من وزن الجسم لذا عند حساب كمية الماء فى الجسم يجب طرح وزن الشحوم فى الجسم من الوزن الكلى .

الوزن الكلى – وزن الشحوم = وزن الجسم بدون شحوم

وتحتسب كمية الماء كنسبة مئوية من وزن الجسم بدون شحوم .

وظائف الماء

- **الماء هو الوسط والمكون الذي تنتقل وتتحرك خلاله جميع سوائل الجسم بما فيها العصارات (juices digestive) وسائل اللمف Lymph** نسيج الدم و الافراز البولي wrine و التنفس الزفير perspiration .

- **الماء هو الوسط والسائل الوحيد المتعادل الحموضة** والذى لايتفاعل او يتحد مع مكونات الجسم , ويتيح الفرصة لجميع العمليات والتغيرات الفسيوكيميائية التى تحدث في خلايا الجسم ان تتم .

- **يدخل الماء فى كثير من التفاعلات الأساسية** مثل عملية التحلل المائي hydrolysis التى تحدث فى الهضم digestion كذلك فى العمليات التأكسد والأختزال oxidation- Reduction ويمثل الماء أحد النواتج في عمليات أكسدة الجلوكوز .

- **الماء وسط مذيب solvent لجميع المواد المهضومة , اذ يعمل الماء على اذابه عدد كبير من المواد القابلة للذوبان ويعمل وسطا معلقا للبعض الاخر** – فالماء في الدم يشكل سائلا يذوب فيه الاوكسجين وكذلك يذوب ثاني اوكسيد الكربون فيه ويكون معها محلولاً solution يستطيع الأنتقال خلال جدار خلايا الأمتصاص فى القناة الهضمية ومنها الى الدم , كما انه مذيب للمواد الإخراجية بصورة تتيح للجسم فرصة التخلص من مخلفات الهضم والسموم عن طريق الكلى والرئتين والجلد – والقناة الهضمية .وكوسط معلق فأن الماء يساهم في حمل بعض المواد الكيمائيه ويقربها من مواد اخرى وبالتالي يساهم في اجراء التفاعل .

- **يحدث تغييرات حرارية كبيرة في التكوين الحراري للجسم** (لكون سعته الحرارية عالية) و لكنه يحدث تغيير طفيف فى درجة حرارة الجسم (فقدان كمية الماء مع العرق المتبخر) تعنى فقدان حرارة الجسم , وينظم الماء درجة الحرارة الجسم عن طريق توزيع الحرارة الناتجة من تفا علات الخلايا على جميع اجزاء الجسم – ويفقد الأنسان ٢٥% من حرارة الجسم عن طريق التبخر evaporation من الرئتين والجلد لذلك فهو يساهم **في ثبات درجة الحراره للجسم** وذلك بفضل الروابط الهايدروجينيه الكثيره التي تربط جزيئات الماء. ويمثل كل (

١) لتر ماء مفقود في التنفس فقد حراري عبارة عن ٦٠٠ كالوري وعند زيادة درجة حرارة الجسم فان الهيبوتالامس hypothalamus فى المخ ينشط عملية افراز العرق ويزداد التبخر evaporation فيزداد الفقد حراري .

- يعمل الماء كملين أومانع للأحتكاك lubricant لكثير من العمليات الحيوية في الجسم حيث يدخل فى تكوين اللعاب the saliva الذى يسهل بلع swallowing الطعام ، كذلك يدخل فى تكوين افراز الجداري mucous secrtyions للقناة الهضمية والقنوات التنفسية والقنوات التكاثرية genitourinary tracts وكذلك السوائل التى تمر بمفاصل الجسم .

- يحمل عدد كبير من المواد كالدهون والمواد الذائبه فيها , ويرتبط كل (٠,١) جرام من الدهن بـ (٠,٢) جم ماء , ويحتوي كل (١) جرام من البروتين (٠,٤) جرام ماء وفى نسيج العظام يتواجد الماء بصورة اكثر ارتباطاً , ولكن اغلب الانسجة يحدث تبادل ثابت بين السوائل الموجودة داخل الخلية والخارجية للمحافظة على مستوى الضغط الاسموزى لسوائل للجسم .

<u>مصادر الماء فى الجسم الانسان Sources water to the body</u>

- شرب الماء والمشروبات .
- الماء الموجود فى تكوين الاغذية
- الماء الناتج عن أكسدة المواد الغذائية فى الجسم .

عند تأكسد ١٠٠ جم من الدهن ينتج ١٠٧مللتر ماء. وعند تأكسد ١٠٠ جم كاربوهيدرات ٥٦ مللتر ماء .

يفقد الانسان كمية اكثر من الماء اذاكانت وجبته تحتوي على قدر كبير من الدهن,وبالتالي فان احتراق وجبة تحتوي على ٢١٠٠ سعره مكونة من ٨٠جم بروتين , ٩٠ جم دهن , ٢٢٠ جم نشويات ينتج عنها ٢٥٠ مللتر ماء .

الميزان المائى WATER BALANCE

الميزان المائي يعنى ان يكون مجموع ما يحصل عليه الجسم من الماء من موارده المختلفة مساوياً لما يفقده حتى يحيا الانسان حياة صحية طبيعية .

هو حالة التوازن فى توزيع السوائل الجسمية ضمن مجالاتها المختلفة فى الجسم أى توزيع السوائل الجسمية الخلوية و اللاخلوية بصورة متوافقة .

تحقيق هذا التوازن يساعد على أحتفاظ خلايا الجسم و أنسجتها بما يلزمها من كميات الماء و استمرار فعاليتها الحيوية و وظائفها الفسيولوجية , يتتمثل الميزان المائى بالتعادل بين **المقدار الكلى للماء الذى يكسبه الجسم و الماء الذى يفقده .**

يتم اكتساب الماء بوسائل منها :

- **شرب الماء**
- **تناول المأكولات السائلة والمأكولات الحاوية على الماء كالفاكهة والخضروات .**
- **تحرير الماء بواسطة التفاعلات التأكسدية فى أنسجة الجسم** , جدول (٥).

أما فقدان الماء فيتم عن طريق

- **الأدرار**
- **الغائط**
- **التبخير عن طريق الجلد (العرق)**
- **التبخر الرئوى (التنفس), جدول (٦).**

طرق الأكتساب	الاكتساب الالزامى	الأكتساب الاحتياطى
شرب الماء	٦٥٠	١٠٠٠
التأكسد	٣٥٠	-
و سائل أخرى	٧٥٠	-
المجموع	١٧٥٠	١٠٠٠
المجموع الكلى	٢٧٥٠	

جدول رقم (٥) يبين الماء المكتسب سم ٣/ ٢٤ ساعة

طريقة الفقدان	الفقدان الالزامى	الفقدان الاحتياطى
الادرار	٧٠٠	١٠٠٠
الجلد	٥٠٠	-
الرأتان	٤٠٠	-
الغائط	١٥٠	-
المجموع	١٧٥٠	١٠٠٠
المجموع الكلى	٢٧٥٠	

جـدول رقـم (٦) يبـين كميـةالماء المفقـود سـم ٣/ ٢٤ ساعة

يكون الميزان المائى فى الجسم موجب عندما يكون الكسب المائى أكثر من الفقدان المائى أما عكس ذلك فيكون الميزان سالب أى عندما يكون الفقدان المائى أكثر من الكسب المائى.
يمكن الأحتفاظ بالميزان المائى عن طريق شرب كميات كافية من الماء تقدر (٦٥٠) سم٣ يوميا اضافة الى الكميات الداخلة للجسم عن طريق الأطعمة , والأخرى الناتجة عن التمثيل الغذائى .
يقابل ذلك فقدان الماء عن طريق الأدرار بواسطة الكليتين (من ٥٠٠ الى ٧٠٠) سم٣حجم الطرح الحتمى للادرار (OBLIGATORY URINE OUTPUT) كذلك الغائط (١٠٠ سم مكعب و ٣٠٠ سم مكعب) و هذا الفقدان المائى عادة لا يرافقه فقدان الالكترولايت , ولكن يفقد الألكترولايت مع الادرار , وبواسطة الجلد مع العرق (أى يفقد حوالى (٦٠٠) سم٣ يوميا من الماء عن طريق الادرار فقط بينما يفقد (٩٠٠)سم٣ يوميا بواسطة الجلد و الرئتين و الغائط , وهذا يعني أن مجموع ما يفقده الجسم من الماء فى اليوم الواحد حوالى (١٥٠٠) سم٣ وهذا يعادل حوالى (٤%) من المجموع الكلى للماء الموجود فى الجسم .
لذا يجب أن يكون الحد الأدنى لحجم الماء المكتسب في اليوم الواحد يساوى(١٥٠٠)سم٣ مطروحا منه حجم الماء الذى يتوقع أن تحرره بعض الفعاليات التأكسدية فى الجسم .
في حالة عدم توازن السوائل يؤكد ذلك على وجود مرض وتختلف هذه النسب المشار اليها اعلاه في حالتي الراحة والجهد حيث تزداد كمية السوائل الخارجة أثناء الجهد بنسبة كبيرة هذا ما أيدته الأبحاث في هذا الخصوص و يجب تعويض النقص و خاصة في الحالات التالية :

- الرياضات طويلة الأمد (الماراثون).
- ممارسة الجهد في الاجواء الحارة .

ويجب تلافي هذه الحالة قبل ان يتعرض الرياضي الي حالة التيبس (Dehydrition)

انتقال السوائل في انسجة الجسم

ان السوائل الجسمية التى تمتصها الأوعية الدموية من الجهاز الهضمى تنقل و توزع على أنسجة الجسم بحيث تحدث توازن مائى فى الأنسجة المختلفة , ولكن هذه السوائل لاتنتقل من الأوعية الدموية الى خلايا الأنسجة مباشرة الا من خلال (الكبد و الطحال)اذ يحصل تماس مباشر بين الشعيرات الدموية و خلايا الأنسجة لهذين العضوين فتنتقل سوائل الدم الى الخلايا مباشرة . أما فى الأنسجة الأخرى فيعمل السائل البينى بدور الوسيط لنقل السوائل بين الدم و الخلايا الجسمية و احداث التوازن المائى . ان جميع خلايا الجسم محاطة بسائل بينى تسبح فيه وينقل اليها السوائل (من الدم) اللازمة لادامتها بشكل طبيعى وبنفس الوقت يقوم السائل البينى بنقل السوائل من الخلايا الى الدم ثانيه وبهذا الفعل المعاكس يحصل التوازن المائى .

ان انتقال السوائل في الجسم من مجال الى أخر يتم عن **طريق التنافذ و النضوح** عبر الأغشية الخلوية و النسيجية , وان جدار الخلية تام النضوح بالنسبة للماء حيث يسمح بمروره بحرية مطلقة ولكنه أقل نضوحا بالنسبة للألكترولايت الموجودة فى السوائل النسيجية ويتضح ذلك فى ظاهرة ارتفاع أيونات الصوديوم فى السوائل النسيجية خارج الخلايا و ارتفاع أيونات البوتاسيوم داخل الخلايا . وجدار الخلية عديم النضوح بالنسبة للبروتينات .

الضغط الأزموزى وتوازن السوائل

يفقد الماء عن طريق الرئتين والجلد والادرار و التغوط وفقدانه لا يكون مصحوبا بفقدان الأملاح بكميات متوافقة مع كميات الماء المفقودة لذا تحصل زيادة فى تركيز الأملاح فى السوائل اللاخلويه فى الجسم و تسبب زيادة الضغط الأزموزى للسائل اللاخلوى (Hypertonic Solution) عندئذ سيسحب الماء من داخل الخلايا الى المجال

اللاخلوى فيعيد السائل اللاخلوي الى مقداره الطبيعى , أى أن حجم السائل اللاخلوى لن يتغير فى هذه الحالة وانما يقل السائل الخلوي فيحصل الجفاف والانكماش في خلايا الجسم وباستمرار هذه الحاله في لفتره طويله يسبب ارتفاع الضغط الازموزي لسوائل الجسم .
وفي حاله تناول كميات كبيره من الماء وعدم اخذ الاملاح ينخفض الضغط الازموزي للسائل اللاخلوي (Hyposolution) لان فقدان الالكترولايت يستمر بواسطه الادرار والجلد (التعرق) لذلك لا يحصل نقص في كميه السائل الخلوي , ولا يحدث الانكماش والجفاف في هذه الحاله تقوم الكليتين بافراز ادرار مجفف جدا محاوله لرفع الضغط الازموزي المنخفض واعادته الى الحاله الطبيعيه , ولهذا ينخفض حجم السائل اللاخلوي ويعود الى حالته الطبيعيه ولكن ذلك بسبب قله حجم البلازما وزياده تركيز كريات الدم الحمراء (Haemo conactration) حيث يزداد عدد كريات الدم الحمراء في البلازما ويسبب لزوجه الدم (Blood viscosity) وعادة نقص السوائل في حجم البلازما اقل من النقص الذي يحصل في حجم السائل اللاخلوى (بسبب الضغط الأزموزى للبروتينات الموجودة فى سائل البلازما) .
ان نقص البلازما يعنى نقصان حجم الدم الكلى لذلك فان نقص الأملاح يجب أن يعوض لأن الدورة الدموية لا تكون طبيعية ولا تجهز الأجهزة الجسمية و الأعضاء الحيوية و المراكز التى تسيطر عليها بكفايتها بسبب نقص الدم الكلى و لزوجة الدم .
لذا تظهر أهمية الماء بالمقارنة مع الأملاح اذ أن ادامة الحجم الطبيعى للدم و حفظه ثابتا يخضع لقاعدة الضغط الأزموزى وتوازن السوائل . و تحصل حركة السوائل عبر الاغشيه الى المسافات البينية للانسجه بسهولة بسبب الأختلاف بين الضغوط الأوزموزية لكى يبقى حجم الدم طبيعى .
أن السوائل التى تطرح خارج الجسم بواسطة الجلد (العرق)مصدرها بلازما الدم و بذلك تزيد من تركيز بروتينات البلازما وتحصل حركة مرور السوائل البينية الى الدم لتعويض النقص الحاصل لأعادة الحالة الطبيعية لحجم الدم .

<u>الحفاظ على محتوى ثابت من الماء في الجسم</u>

تفقد كميات كبيرة من الماء عن طريق الرئتين على شكل بخار الماء مع هواء الزفير , وعن طريق الجلد اما بالتبخير او على شكل افراز(العرق) وتفقد الماء عن طريق الكليتين على شكل ادرار , كما تفقد الماء مع البراز .وجميع هذه الكميات متغيرة ولعل اكثرها تغيراً هو كمية الماء المفقودة عن طريق الجلد .ولكن كمية الماء التي تفقد عن طريق الكليتين على شكل ادرار هي الطريقة الرئيسية التى يحافظ بها الجسم على محتوى ثابت من الماء , ومن البديهي انه لكي نحافظ على مستوى ثابت للماء فى الجسم لابد من تعويض مايفقد من الماء عن طريق الرئتين والجلد والكليتين والامعاء .
وتعتبر اليوريا urea (البولينا) و كلوريد الصوديوم المواد الصلبة الأساسية التي تخرج من البول , وعند قلة افرازهما يقل تكوين اليوريا , وبالتالي يقل خروج الماء من الجسم.
فقدان الماء عن طريق سطح الجلد تتوقف كميته على مساحة سطح الجلد , وتزداد مساحة سطح الجلد بالنسبة للوزن في الاطفال عن الكبار الأمر الذي يعرض الطفل لفقد مائي كبير عن طريق الجلد .

<u>نعويض السوائل فى الانشطه الرياضيه</u>

- تناول كميات من السوائل بشكل متقطع قبل السباق في الالعاب التي تستغرق زمنا طويلا .

- في المنافسات غير الطويلة يتم التعويض بعد إتمام المنافسة مع ملاحظة تبريد الماء قبل شربه لأهميته بالنسبة للجسم .
ومما سبق يتبين ان وظائف الجسم تعتمد على التوازن بين السوائل و الأملاح و لكن حاجة الجسم للأملاح أقل و يفقد في الغالب عنصر الصوديوم و الكلوريد و لكن فقدان السوائل يكون أكثر بالنسبة للسوائل الموجودة خارج الخلايا .

<u>التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البينى :</u>

يخترق الماء الغشاء اللازمي حسب قوانين الازموزية أي ينتقل من المحلول ذو التركيز الواطيء إلى المحلول ذو التركيز العالي .

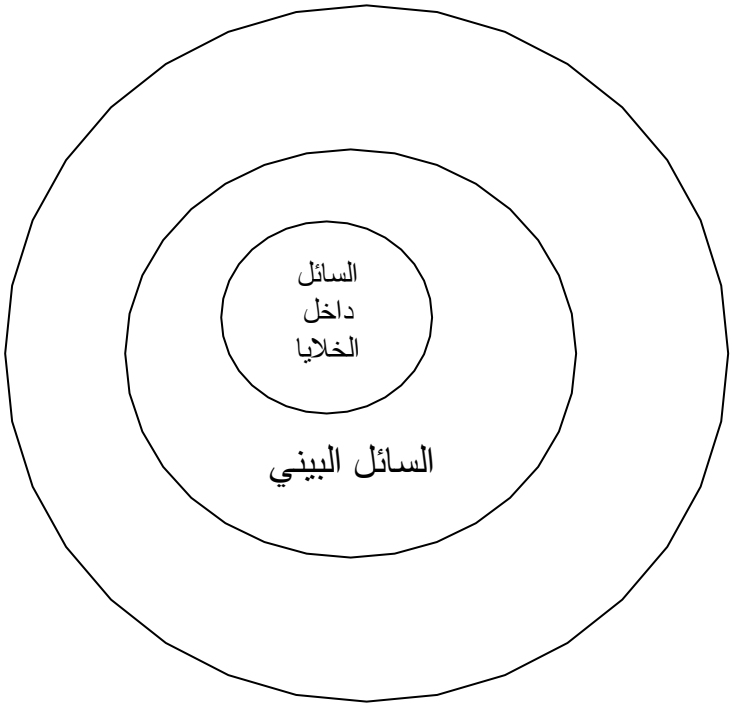
ان التبـادل مسـتمر بـين السـوائل خـارج الخليـة وداخلهـا **والعوامـل المساعدة على ذلك مايأتي**: :-

- الانتشار البسيط

بسبب فرق التركيز أو الجهد الكهربائي , تنتقل المواد من الجانب ذو التركيز العالي إلى الجانب ذو التركيز الواطيء .

- النقل الفعال

يحتاج النقل الفعال إلى صرف طاقة ويسمح بنقل المواد عند فرق التركيز أو ضد الجهد الكهربائي , إضافة إلى فرق الجهد الكهربائي – الكيميائي ، مثل المركبات العضوية ذات الأوزان الجزئية الواطئة تخترق غشاء الخلية بالانتشار البسيط والنقل الفعال ,شكل (٤١)



شكل رقم (٤١) يبين التبادل بين السوائل الجسمية

الألكتروليت ELECTROLYTES

الألكتروليت هى مواد متأينة دائما و تحمل شحنات كهربائية موجبة أو سالبة و محاليلها المائية موصلة للكهربائية وموجودة فى الماء على شكل محاليل .

الألكتروليت الذى يحمل الشحنة السالبة يطلق عليه أيون موجب الأستقطاب CATION مثل الكلور (-CL) (-PO4) والبروتين وغيرها لأن جميعها تتجه نحو القطب الموجب أثناء عملية الأستقطاب عند مرور تيار كهربائى في محاليلها المائية .

أما الألكتروليت الذى يحمل الشحنة الموجبة فيطلق عليه الأيون السالب الأستقطاب (ANIONS) مثل الصوديوم (+NA) و البوتاسيوم (+K) و المغنيسيوم++MG. أيونات الألكتروليت تستطيع احداث ضغط أوزموزى كبير بقدر(٢٨٥) وحدة أوزموزية / لتر فى السوائل الجسمية .

و من الجدير بالذكر أن القدرة الأوزموزية للسوائل الوعائية و السوائل الخلوية أكبر منها فى السوائل البينية في الجسم (لذا تؤثر الألكتروليت فى حفظ التوازن المائى فى الجسم), وتعزى القدرة الأوزموزية للسائل الوعائى الى المواد البروتينية الموجودة فى بلازما الدم و تقدر ب (٢٠) وحدة /التر , بينما القدرة الأوزموزية للسائل الخلوى ترجع الى وجود الأيونات التى تحمل أكثر من شحنة الفوسفيت و كذلك البروتين . تعمل الألكتروليت على حفظ التوازن الكهربائى للجسم بادامة التعادل بين الأيونات الألكترلايتية السالبة والموجبة الأستقطاب .

يوجد الصوديوم (موجب الشحنة سالب الأستقطاب) فى السائل اللاخلوى و الكلورايد (سالب الشحنة موجب الأستقطاب) أما السائل اللاخلوى (السائل الوعائى و البينى) اللذان يتشابهان تقريبا بالتركيب

عدا احتواء السائل البينى على بعض البروتين , بينما السائل الوعائي يحوي على كميات كبيرة من البروتين (٧ جرام / ١٠سم مكعب)
أما الألكترولايت (موجبة الشحنة السالبة الأستقطاب) الموجودة فى السائل الخلوى هى البوتاسيوم (+K) و المغنيسيوم (++MG) بينما الألكترولايت (سالبة الشحنة موجبة الأستقطاب) هى الفوسفيت العضوى (---BO4) و البروتين .
أن الصوديوم و البوتاسيوم يدخلان فى تركيب العظام ويبنيان فيه .وأن ٣/٢ من الصوديوم الموجود فى الجسم يدخل فى تركيب العظام و يدعى بالصوديوم الثابت (FIXED SODIUM) أما الثلث المتبقى قابل للأستبدالEXCHANGEABLE SODIUM يوجد فى الجسم و يدخل فى تركيب العظام تارة و يتركها اخرى. أما البوتاسيوم جميع كمياته الموجوده في الجسم تكون قابلة للأستبدال باستثناء جزء قليل ثابت فى العظم .
وفي ادناه جدول (٧) يبين مقدار الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم .

العنصر	مقداره فى الجسم	
	الثابت	القلق
الصوديوم	٩٠ جرام	٨٥%
		١٥%
البوتاسيوم	١٣٥ جرام	٩٥%
		٥%

جدول رقم (٧) يبين مقدار الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم

الفصل السابع
الطاقه وأنظمتها (Energy – system)
المبحث الاول
الطاقه Energy
اشكال الطاقه
الايض Metabolism
عملية الهضم والامتصاص
كيف يتم حساب الطاقه
العوامل التي تحدد مجموع الطاقه التي يحتاجها الجسم
معدل التمثيل الغذائي الاساسيBasal Metabolic Rate
العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي
ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)
ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) والطاقه
وظائف ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP
كيف يتم الحصول على الطاقه من ATP

المبحث الثاني
أنظمة الطاقة (Energy – system)
اولا - النظام اللاوكسجيني اللاهوائي Anaerobic system
- النظام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP - phosphaatase- system
ميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :
- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

مميزات نظام حامض اللاكتيك (النظام اللاهوائـي)
النقص الأوكسجينـي والدين الأوكسجينـي
انواع الدين الاوكسجينـي
انواع القدرات اللاهوائيه
- القدره اللاهوائيه القصوى
- السعه اللاهوائيه
التحميل اللاهوائـي وطرق تأخير التعب
عوامل الانتاجيه اللاهوائيه
ثانيا - النظام الأوكسجينـي الهوائـي aerobic system O_2
مصادر الطاقه في النظام الهوائـي
النظام الهوائـي والانشطه الرياضيه
العوامل التـي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائـي
مميزات النظام الهوائـي
القابليه القصوى لاستهلاك الاوكسجين VO2MAX
التداخل بين نظم إنتاج الطاقة
اسهامات نظم الطاقه خلال زمن الاداء
توازن الطاقة
تعويض مصادر الطاقة

المبحث الاول

الطاقه Energy

الطاقه Energy

الطاقـه هـي القـدره او القابليـه علـى انجـاز عمـل مـا وهـي القـوة او الاستطاعه للقيام بشغل معين وترتبط بالحركه الميكانيكيه وقدرة الفرد على الحركه .أن أساس الطاقة في الكون هي الشمس , إذ تعطي طاقة ضوئية وحرارية وكهرومغناطيسية وغيرها من أنواع وأشكال الطاقة , وتنتشر هذه الطاقة في الفضاء وأثناء انتشارها في الأرض تقوم النباتات بتحويلها الى الطاقة الكيميائية مخزونة على شكل كاربوهيدرات وبروتينات ودهون بمساعدة مادة الكلوروفيل وثاني أوكسيد الكاربون ومواد عضوية وغير عضوية من التربة والماء , ويتم ذلك بطريقة معقدة تسمى (التمثيل الضوئي) .والطاقه موجوده في الكون وعند كل كائن حي , تحتاجها جميع المخلوقات حتى تتمكن من الاستمرار في الحياة .

يجب الحصول على الطاقة مهما كان الهدف (الحركة والتنقل والفعاليات الحيويه) والطاقه كالماده لاتفنى ولاتستحدث ولكن توجد في الكون على أشكال عدة يمكن تحويلها من شكل الى اخر وان ابسط انواع تشكيلها في فك الاواصر الذي يكون دائما ابسط من تشكيلها .

ترتبط المركبات الكيميائية فيما بينها بأواصر مختلفة وإن عملية الارتباط هذه تحتاج إلى طاقة لكي تحدث فإذا ما أنفصلت هذه الأواصر فإنها تطلق طاقتها المخزونة ، وتختلف هذه االمركبات في كمية الطاقة التي تبعثها عن إنفصال تلك الأواصر.

اشكال الطاقه

- الطاقة الكهربائية . elctric energy
- الطاقة الميكانيكية .mechanical energy
- الطاقة الكيميائية . chemical energy
- الطاقة الحرارية . heat energy
- الطاقة الضوئيه . light energy
- الطاقة النووية . nuclearcal energy
- أشكال الطاقة اخرى .

في الكائنات الحية وفي المجال الرياضي الذي يهمنا بالدرجة الأساس هي الطاقة الكيميائية والتي ينتج عنها الطاقة الميكانيكيه (الحركية) اثناء العمل العضلي اللازمة في مختلف الفعاليات الرياضية .

الايض (Metabolism)

الخليه الحيه نشطه جدا تجرى فيها عدة عمليات كيميائيه الضروريه لبقائها , وتشمل هذه العمليات تفاعلات كيميائه وتتنضبط كل منها بواسطة مواد بروتينيه محدده (الانزيمات) وتعنمد على مصدر طاقه خلوي .

والايض هوالتغيرات الكيمياويه او الاستجابات التي تحدث في الجسم اثناء انتاج الطاقه للشغل او العمل .او هو مجمل التفاعلات الكيميائيه في الخلايا .

ان الطعام لايستخدم بشكل مباشر في انتاج الطاقه في خلايا الجسم وانما تتحدث تجزئته الى مكونات كيميانئيه تكون المصدر المباشر في انتاج الطاقه (ATP)

لذلك فان الايض يعني التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الاوليه المختلفه بعد امتصاصها من القناة الهظميه الى الدم الى ان تتآكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقه اوالحراره التي يحتاجها الجسم لبناء مادته والحفاظ على الحياة .

ويشمل الايض عمليتين متعاكستين تجريان في ان واحد هما (البناء والهدم)

-البناء Anabolism

هي عملية تصنيع او تخليق المركبات الكيمياويه المعقده (الكبيره) اللازمه لنمو الخليه وصيانتها من مركبات بسيطه(صغيره) ويتم ذلك بعمليه كيميائيه تدعى التصنيع بأزالة الماء وهي تحتاج الى طاقه.

التحول الذي يحدث لعناصر الغذاء البسيطه التركيب الى مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم مثل :

تحول سكر الكلوكوز الى كلاكوجين يخزن في الجسم وفي هذه العمليه ترتبط السكريات الاحاديه ببعضها لتكوين سلسله معقده وخلال ذلك يتم ازالة مجموعة OH من سكر احادي وذرة H من سكر احادي اخر وتتحد OH مع H لتكوين جزيء الماء ويرتبط السكران الاحاديان ببعضهما بواسطة ذرة اوكسجين ,

كذلك **تحول الاحماض الدهنيه والكلسرول** بطريقه مشابهه الى دهون تخزن تحت الجلد في مناطق مختلفه من الجسم ولكن يختلف عدد مجموعات OH و H المزاله (تزال ثلاث مجموعات)

كذلك تحول **الاحماض الامينيه الى مواد بروتينيه** تضاف الى بروتين الجسم .وتجري عملية البناء في جميع خلايا الجسم عدا الخلايا العصبيه التي لايحصل فيها تجدد .

تصنيع بأزالة الماء

سكر ثنائي + ماء ---------- سكر احادي + سكراحادي

- الهدم Catabolism

هو عملية تفكك اوتحطيم المركبات الغذائيه المعقده التركيب الى صور بسيطه وتتم هذه العمليه بواسطة التحلل المائي hydrolysis (بأضافة الماء) وهي تطلق الطاقه .

مثل **التحلل الكيمياوي للدهون والكربوهيدرات لانتاج الطاقه .حيث يتحول الكلوكوز والاحماض الدهنيه والامينيه الى طاقه وماء وثاني اوكسيد الكربون .**

تحلل بالماء

سكر احادي + سكر احادي ---------- ماء + سكر ثنائي

تقوم خلايا الجسم بعمليات ايض متخصصه لكنها تقوم بعمليات ايض اساسيه مشتركه مثل بناء وهدم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات , وتساعد الانزيمات (وهي بروتينات تحفز التفاعلات الكيميائيه حيث تخفف الطاقه اللازمه لبدء التفاعلات وتعمل على تسارع التفاعلات الكيميائيه , ولاتتغيير اثناؤها ويعمل كل انزيم على ماده خاضعه له حيث توجد مئات الانزيمات في كل خليه) .
ان زيادة عملية البناء تسبب زيادة وزن الجسم وزيادة عملية الهدم تنقص وزن الجسم وآذا تساوت العمليتان يبقى وزن الجسم ثابتا .

عملية الهضم والامتصاص

هي عملية تحويل الطعام وعناصره الى جزيئات صغيره لامتصاصه وطرد الجزء غير المهضوم خارجا .

اما الامتصاص فهو عملية تحويل المواد الغذائيه المعقدة التركيب الى مواد بسيطة التركيب ليستفاد منها الجسم في فعالياته المختلفه :

مثل تحويل الكربوهيدرات الى سكر الكوكوز وتحويل المواد الدهنيه الى احماض دهنيه و البروتينات الى الاحماض الامينيه , وتمر هذه النواتج من خلال خملات الامعاء الدقيقه الى الدم ثم الى الكبد الذي ينظم حاجة الجسم منها وينقيها من السموم .

كيف يتم حساب الطاقه

يقاس مقدار الطاقه **بالسعره الحراريه Calore وتعرف عل انها كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حرارة ١غم (مللتر واحد) من الماء درجه مئويه واحده** .وهي وحده صغيره لذا يستعاض عنها **بالكيلو سعره Kilo Calore والتي تساوي ١٠٠٠سعره وتعرف على انه كمية الحراه اللازمه لرفع درجة حرارة لتر واحد من الماء درجه مئويه واحده** وتقاس الطاقه ايضا بالجول والسعرة تساوي ٤،١٨٤ جول والكيلو سعره يساوي ٤,١٨٤ كيلو جول .

العوامل التى تحدد مجموع الطاقه التى يحتاجها الجسم

- معدل التمثيل الاساسي

- - النشاط البدني
- - النشاطات التي تحدث للمحافظه على درجة الحراره .
- - ساعات التدريب ونوع النشاط الممارس .

معدل التمثيل الغذائي الاساسيBasal Metabolic Rate

هو كمية السعرات اللازمه لتغطية متطلبات وظائف الجسم المختلفه ولمدة ٢٤ ساعه في حالة الراحه التامه .او هي كمية الطاقه اللازمه لاستمرار الحياة على ان تقاس في الراحه الجسميه والنفسيه .

كمية احتياج الانسان للطاقه (التمثيل الغذائي)

المعدل العام للتمثيل الغذائي =١٦٠٠سعره بالنسبه للرجال

ويحسب كالاتي = ١،٠٥×وزن الجسم بالواط × ٢٤ساعه

المعدل العام للتمثيل الغذائي =١٢٠٠- ١٤٥٠سعره بالنسبه للنساء

ويحسب كالاتي = ٠،٩٧× وزن الجسم بالواط × ٢٤ ساعه

ويضاف ٢/١ المعدل للاشخاص الذين يزاولون اعمال حركيه .

وفيما يأتي نسب الزياده في السعرات الحراريه وفق نوع النشاط الممارس :

- الاعمال المكتبيه ٥٠% + BMR
- النشاط البدني المحدود البسيط ٦٠% + BMR
- النشاط البدني المتوسط ٧٠% + BMR
- النشاط البدني الشديد ١٠٠% + BMR

وللرياضين تضاف ساعات التدريب ونوع النشاط الممارس, ويمكن حساب الطاقه بطريقه غير مباشره عن طريق الحاصل التنفسRQ والذي سبق شرحه في الفصل الخامس.

العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي

- **الجنس-** معدل التمثيل الغذائي عند المرأه اقل من الرجل
- **حجم الجسم**- الاكبر يحتاج الى طاقه اكبر

- **العمر**- تقل حاجة الاعمار الكبيره الى الطاقه وذلك بسبب قلة الحركه وتزداد عند الشباب والاطفال
- **النشاط الهرموني** - نشاط الغده الدرقيه يضعف الجسم والعكس عندما يقل نشاطها يزيد الوزن

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)

تتكون جزيئة ATP) من ثلاث مجموعات فوسفاتيه والقاعدة الناتروجينيه ادنين والسكر الخماسي الرايبوز (جزيء ادنين وجزيء رايبوز معا يسميان (الادينوسين))

ويتحد هذا مع ثلاث مجموعات من الفوسفيت بحيث تتكون كل مجموعه من هذه المجموعات الثلاث من ذرات الفوسفور والاوكسجين(PO3) وكما هو مبين

PO3= PO3h = PO3h-------- ATP

يوجد هذا المركب الذي يعد اصغر وحده حراريه للطاقه في الجسم في جميع خلايا الجسم , ويخزن في العضلات بكميات محدوده تصل الى(٥) ملي مول / كغم من وزن العضله , ويقوم بوظيفة تخزين الطاقه اللازمه للانشطه الخلويه المختلفه .

جزيء ATP غني بالطاقه ويطلق كميه كبيره منها عند تفككه بأضافة جزيء ماء له , يعطي طاقه سريعه تستمر لمدة ٤-٦ ثانيه اي مايعادل ٤- ٦ تقلصات عضليه , ويتم اطلاق الطاقه عن طريق التفاعل بوجود الانزيم ATPase .

ان كمية الطاقه في ATP مخزونه في الرابطتين الكيميائيتن اللواتي يربطن المجاميع الفوسفاتيه مع بعضها وهي رابطه فسفوريه ذات محتوى عالي الطاقه .

وظائف ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP

- **مصدر مباشروسريع لانتاج الطاقه ولايحتاج الى الاوكسجين** في الجسم للقيام بالعمليات الفسيولوجيه , ولكونه لا يحتاج الى الاوكسجين

لتوليد الطاقه لذا يعد من المصادر الاساسيه في الانشطه الرياضيه التي يستغرق ادائها ثواني قليله .

- يستخدم بشكل مباشر في الانشطه الرياضيه السريعه التي تستغرق ثواني مثل مسابقات الجري والوثب والرمي ورفع الاثقال وجميع الانشطه التي تحتاج حبس النفس اثناء الاداء السباحه.

- يستخدم في العمل البيولوجي في(التنفس , دوران الدم في الجسم , نشاط الهضمي , النشاط العصبي (النقل الاشارات العصبيه) , نشاط وعمل افرازات الغدد الصماء , والنشاط العضلي(تقلص العضلات) .

- يستخدم في بناء وتجديد بروتين الانسجه الجسميه , وتوازن الانسجه في بناء البروتين وهدمه (لذلك عند النشاط يقل ATP مما يحدث نقص في توازن بناء البروتين في الانسجه)

<u>ثلاثي فوسفات الادينوزين والطاقه</u>

لايستخدم الغذاء بمكوناته الأساسية (الكاربون ، الأوكسجين ، الهيدروجين ، النايترجين) بشكل مباشر في العمليات الخلوية ، وذلك لأن روابطها ضعيفة وتنتج طاقة قليلة عند التحلل , لذلك فإن روابط الجزئيات الغذائية تنطلق كيميائياً في خلايا الجسم وتخزن على شكل مركبات عالية الطاقة(ثلاثي فوسفات الأدينوسين)(ATP) ، ويعتمد هذا المركب في النشاط العضلي (في الجهد القصوي لزمن قصير) ويتم إنتاجه على حساب الكاربوهيدرات ، حيث ينتج الـ (ATP) من تحطم المواد الغذائية (الكلوكوز و الكلايكوجين) حيث يتحول الكلوكوز الذي لايحتاجه الجسم إلى كلايكوجين ليخزن في العضلات والكبد ، ويمكن تحويله مرة أخرى إلى كلوكوز وينقل عبر الدم لتلبية إحتياجات الجسم من الطاقة ، كما يمكن الحصول على (ATP) من تمثيل الدهون والبروتينات في حالة نفاذ مخزون العضلة والكبد من الكلايكوجين ، حيث يعتمد الجسم على الدهون المخزونة في الأنسجة الشحمية للحصول على الطاقة وهذا يحدث في الأنشطة طويلة الأمد.

مخزون الكاربوهيدرات في الكبد والعضلات الهيكلية محدوداً ويعطي أقل من (٢٠٠٠كيلو كالوري) من الطاقة وهي الطاقة التي يحتاجها

الجسم لقطع مسافة (٣٢كم) أما مخزون الدهون فيكفي للجري لمسافة طويلة جداً لأنه مخزونه يتجاوز (٧٠,٠٠٠)كيلو كالوري .
.في حالة الراحة والجهد الأقل تشترك الكاربوهيدرات والدهون في إنتاج الطاقة بنسبة (٤٠ - ٦٠%) على التوالي , وبغض النظر عن مصدر الغذاء الذي ينتج الـ (ATP) فهو موجود دائماً في الخلية كمصدر فوري للطاقة الذي يديم أستمرارية العمل .

<u>كيف يتم الحصول على الطاقه من ATP</u>

عند فك الرابطه الكيمياويه مابين المجموعات الفوسفاتيه الثلاث في مركب ATP يتحول الى ADP وفوسفات وطاقه , التي تستعملها العضله في التقلص ويساعد في عملية التحول هذه المايوسين الموجود في لويفات العضله والتي تنشط بوجود المنبه العضلي الاستيل كولين او بواسطة ايونات الكالسيوم ويخزن ATP كمركب كيميائي معقد التركيب في الخلايا العضليه وان مخزونه لايكفي الا ثواني لانقباض العضله , ومن ثم فان الجسم يقوم بتخليق هذا المركب داخل العضله بنفس السرعه التي يتكسر بها , وان اعادة تكوينه مره اخرى تتطلب وجود مصادر الطاقه لاستخدامها في تصنيع هذا المركب .

تحلل كيميائي لرابطه واحده

ATP----------ADP + Pi + Energy

ان كمية الطاقه الناتجه عن تكسير رابطه واحده من الرابطتين التي توجد بين المجموعات الثلاث تعطي طاقه صغيره نسبيا ولكن عند تكسير الرابطه في مجموعتي ال ADPفيتحول الى AMP وفوسفات وطاقه .

تحلل كيميائي لرابطه

ثانيه

ADP----------AMP +P + Energy

وتستخدم الطاقه الناتجه عن تكسير الرابطتين الكيميائيتين في ATP للقيام بالوظائف الحيويه في الجسم .

المبحث الثاني
أنظمة الطاقة Energy – system

أنظمة الطاقة Energy – system

يستخدم الرياضي خلال النشاط الرياضي مخزون الطاقه في العضلات العاملة وعندما تثار العضلة عن طريق الأعصاب تتكسر هذه المواد وتتحرر منها الطاقة اللازمة لإحداث العمل الميكانيكي للأنقباض العضلي ويستخدم ATP الذي يخزن في خلايا الجسم حيث تستخدمه الخلايا كمصدر لانتاج الطاقه وتكمن الطاقه في فك الاواصر الكيميائيه حيث تنطلق منها الطاقه الكيميائيه بشكل كبير.
نظرا لاختلاف الانشطه الرياضيه بعضها عن الاخر من حيث الزمن الذي تستغرقه وشدة العمل العضلي والراحه اللازمه خلال النشاط , لذلك تحتاج الى مقادير مختلفه من الطاقه, وفقا لذلك فألانشطه التي تتميزبسرعة الاداء خلال فتره زمنيه قصيره كما في عدو المسافات القصيرة والرمي والوثب تحتاج الى كميه كبيره من الطاقه في فترة قصيره , بينما تحتاج الانشطه التي تتميز بجهد متوسط او اداء منخفض ولمدة طويله الى كميه منخفضه من الطاقه لكل وحدة زمنيه ,وتحتاج الفعاليات وبعض الانشطه الاخرى الى مزيج من من متطلبات الطاقه التي يمكن تأمينها عن طريق تزويد العضلات الهيكليه بالطاقه اللازمه كما في انشطة السله كرة اليد والتنس وغيرها .

تقسم انظمة الطاقه الى:

اولا - النظـام اللااوكسـجيني اللاهـوائي Anaerobic system ويشمل

- النظـام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP -phosphaatase system

- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

ثانيا - النظام الأوكسجيني الهوائي O_2 aerobic system

وإن هـذه الأنظمـة تجهـز الجسـم بالمركـب الكيميـائي (ATP) ثلاثـي فوسفات الأدينوسين وأن نظام حامض اللاكتيك والنظام الهوائي يهدفان إلـى إعـادة تكوين مـادة (ATP) للجسم عن طريـق التمثيـل الغذائي أو التحولات الكيميائية .

اولا- النظـام الفوسـفاتي اللاهوائي Anaerobic energy system

يعرف على انه التغييرات الكيميائيه التـي تحدث فـي العضـلات العاملـه لانتـاج الطاقــه اللازمــه لاداء المجهـود البـدني مــع عـدم اسـتخدام اوكسجين الهواء الخارجي .

يتميز هذا النظام بسرعة انتاج الطاقة ، وإن هذا النظام يعمل فـي حالـة عـدم وجـود الأوكسـجين لإنتـاج (ATP) ويوصـف بعـدم تكـون نـواتج تحـوي حـامض اللاكتيـك (تبـادل غيـر لاكتيكـي ، وإن كميـة (ATP) الموجـودة فـي العضـلة تقـدر بحـوالي ٥ مـايكرومول/كغم عضـلي (٣ اونس) تستنفذ في أقل من ثانيـة بالجهد العضـلي , لـذا تعتمـد العضـلة علـى مصـادر أخـرى لإعـادة إنتـاج الطاقـة فـي ظـل غيـاب الأوكسـجين بالطريقتين الأثنين :-

- يتحول ATP الى ثنائي فوسفات الادينوزين ADP

تحلل كيميائي

ATP ⟶ ADP + pi + طاقة

مايوسين

ADP + pi + طاقة ⟶ ATP

- **<u>عن طريق مركب الكرياتين فوسفات (CP)</u>**

بعد نفاذ ال ATP في العضلات تبدأ العضلات بأستخدام فوسفات الكرياتين CP حيث يوجد هذا المركب مخزون في العضلات بكميات قليله تصل الى ١٧ ملي مول /كغم من العضله (عند النساء ٠،٣ مول وعند الرجال ٠،٦ مول) وهو يوفر طاقه عالية الشدة وسريعه يمكن ان تستمر(١٥- ٢٠) ثانيه ولايمكن اعادة بناءه الا بعد انتهاء الجهد ويمكن اعتبار فوسفات الكرياتين الخزين البديل للا ATP وكما يأتي :

تحلل روابط

CP ⟶ C~pi + طاقه

اعادة تصنيع

ADP + Pi ⟶ ATP

CPK

CP+ ADP ---------- -- ATP + C

ويسيطر على هذا التفاعل انزيم كرياتين فوسفوكاينينز CPK

يتم ايضا بأنتقال مجموعتي الفوسفات من جزيئتين من فوسفات الكرياتين الى جزيئه واحده من احدي فوسفات الادينوزينAMP

AMP + 2CP---------- ATP + C

ويتم ايضا عن طريق تبادل مجاميع فوسفاتيه بين جزيئتين من احادي فوسفات الادينوزين بمساعدة انزيمات خاصه ,وهذا الطريق اقل ملائمه من الطرق السابقه في بناء ATP ولايحصل الا في الحالات الاضطراريه.

انزيمات خاصه

2AMP----------ATP

إن مخزون (ATP) في العضلات يستنفذ خلال الثانية ا لأولى من العمل العضلي ، ولكن مخزون (CP) في العضلات يفوق مخزون (ATP) بحوالي (٤ - ٦ مرات) ويوفر الطاقة للجهد العضلي بحوالي (٣ - ٨ ثانية) وإن مخزون Cp يعوض في الجسم بعد الجهد البدني بعد (٢ - ٣ دقيقة)) ويوضح الجدول رقم( ) العلاقة بين فترة الراحه ونسبة عودة خزن مصادر الطاقة الفوسفاتية (ADP - CP) بالأعتماد على النقص في فترة الراحة التي يحتاجها اللاعب وحصول التكيف الفسيولوجي لهذا النقص ومن الجدير بالذكر ان خزين العضله من فوسفات الكرياتين لاينفذ من العضلات بسرعه لذلك يعد خزين استراتيجي والجدول رقم (٨) يبين عودة مخزون الطاقه الفوسفاتي اثناء الراحه . ,

يستخدم الرياضي الخزين الكلاكوجيني بعد انتهاء الخزين الفوسفاتي ,و ان كميات ATPو CP المخزونه في العضلات اثناء الراحه لاتحتاج الى الاوكسجين اثناء الحرق او التفاعلات , وهذا يعني ان كافة مصادر الفوسفات في الجسم تستهلك خلال ٣٠ ثانيه او اقل من ذلك.

تتم وفق هذا النظام النشاطات التي تتطلب الحركات القويه والسريع والانفجاريه وبشدة عاليه وبسرعة انقباض عضلي كبير مثل الوثب والجري لمسافات قصيره , والجهد القصوي الذي يقل عن ٦ ثواني يتوافق مع متطلبات النظام الفوسفات

يمكن درج الصفات البدنيه الاتيه تحت هذا النظام (القوة العظمى المتحركه والثابته , السرع , القوة المميزه بالسرعه) ويتميز هذا النظام بأطلاق اقصى طاقه ممكنه في اقل زمن .

ميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :

- **يعمل بدون وجود الاوكسجين**
- **تحدث عملية التفاعل في السايتوبلازم في منطقة الخيوط البروتينيه المايوسين والاكتين ولايعتمد هذا النظام عل سلسلة تفاعلات كيميائيه طويله**
- **يعد المصدر الاول للطاقه ومصادره ATP وCP والتي يمكن الحصول عليها بشكل مباشراذ تخزن في العضلات .**
- **سريع جدا وتتحرر الطاقه خلال العمل العضلي عالي الشدة التي تتطلب زمنا قصيرا.**
- **لايدوم طويلا (١٠ ثواني)**
- **انتاج الطاقه محدود جدا وينتج جزي واحد من ATP**
- **مخزون الطاقه في العضله قليل .**

النسب المئوية لعودة خزين ATP- CP	زمن فترة الراحة بين التكرارات
%١٠٠	أكثر من ١٢٠ ثانيه
%٩٤	١٢٠ ثانيه
%٨٨	٩٠ ثانيه
%٧٥	٦٠ ثانيه
%٥٠	٣٠ ثانيه
قليل جداً	١٠ ثانيه فأقل

جدول رقم (٨) يوضح العلاقة بين فترة الراحة إلى نسبة عودة خزن مصادر الطاقة الفوسفاتية (ATP – CP)

- نظام حامض اللبنيك Lactic acid system

هي طريقة اخرى لإنتاج الطاقة في ظل غياب الأوكسجين وهذا النظام يوفر طاقه عالية الشده وسريعه ولكن ليست قصوى كما في مصادر النظام الفوسفاتي , ويصل هذا النظام الى اقصى عمله خلال ٤٥- ٦٠ ثانيه . . عند استمرار الجهد لفتره طويله يعتمد انتاج الطاقه على الاوكسجين في البدايه ويتم تحلل الكلوكوز بواسطة عدة انزيمات تضبط سلسلة تفاعلات لااوكسجينيا (بواسطة التنفس الخلوي) حيث يتحول الى جزيء ثلاثى الكربون (حامض البايروفيك) في سايتوبلازم الخليه , وفي نهايه التحليل اللاهوائي للكلاكوجين , تتجمع كميات من حامض اللاكتيك لذا يسمى هذا النظام بنظام حامض اللاكتيك

يبدأ عمل هذا النظام في الفعاليات الرياضية التي تستغرق أكثر من (١ - ٣٠ ثانية) وقد يستمر إلى دقيقتين , عدد جزيئات ATP المتكونه من اكسدة جزيء الكلوكوز (٢) جزيئه اما اكسدة الكلاكوجين تنتج (٣) جزيئات من ATP , ويوجد الكلاكوجين في الكبد (١١٠) ملي مول /كغم , وفي العضلات (٢٤٥- ٢٦٥) ملي مول /كغم.

Gloucose ---------- 2ATP

كلوكوز

$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2Pi$--------$2ATP + 3C_3H_6O_3$

كلوكوز حامض اللبنيك

مفتاح هذا النظام انزيم فوسفوفركتوكاينيز PEK ,ان زيادة نشاط هذا الانزيم يؤدي الى تحليل سريع للكلوكوزوبالتالي سرعة تكون حامض اللبنيك .

Glycogen ---------- 3ATP

كلاكوجين

في هذا النظام يتجمع حامض اللاكيتك في العضلة والدم ويصل إلى مستوى عالي ينتج عنه تعب , مما يشكل عائقاً للعضلات العاملة ومن الجدير بالذكر ان هذا النظام لايحتاج اكثر من (١- ١،٢) مول من

الكلاكـوجين , وذلـك لكـون العضـله والـدم لايتحمـل وجـود حـامض اللاكتيك اكثر من(٦٠- ٧٠)غم قبل ظهور التعب , لان كل غرام من الكلاكوجين ينـتج ١غم مـن حـامض اللاكتيـك ,وان انتاجـه يعد معوقـا للاداء ومسببا للتعب

ان حامض اللاكتيك كناتج في هذه الفاعلات يتميز بكونه ضعيف وغير قوي ,ولكن زيادة مستواه في العضله يؤدي الى ايقاف انتاج ATP مما يؤدي الى التعب الشديد .

لااهوائيا

glgcogen ⟶ La + طاقة

كلايكوجين (سكر الدم) حامض اللاكتيك

حيث تستخدم الطاقه الناتجه في اعادة بناء ATP

ADP+ Pi + ---------- ATP

أن سرعة إنتـاج الطاقـة فـي هذا النظـام إبطـأ مـن النظـام الفوسفاجيني . ولكنهـا تتميـز بزيـادة فتـرة الأداء والـذي يتـراوح بـين ٣٠ ثانيـة حتـى ٣ دقائق , ويعد هذا النظـام هو المسؤول عن تحمل الأداء فـي السباقات ذات الجهد العالي كما في جري٨٠٠ متر .

لايوجد قطع بين انظمة الطاقـه بـل هنـاك تداخل, اذ ان النظـام الهوائي طويـل الامـد يبـدأ مباشـرةعند الحاجـه للاوكسـجين ,ومـن المعلـوم ان الانسان يستهلك ٣٠٠ مللتر من O2 عند الراحه وهذه تكفي لاعماله .

<u>مميزات نظام حامض اللاكتيك (النظام اللاهوائي)</u>

- **يعمل بدون وجود الاوكسجين**
- **تحـدث التفـاعلات فـي السـايتوبلازم قـرب الخيـوط البروتينيه المايوسين والاكتين .**
- **مصدر الطاقه فيه الكلوكوز في العضلات والموجود عل شكل حبيبات كلاكوجينيه في السايتوبلازم .**

- **سريع وتتحرر الطاقه فيه في النشاطات العضليه الشديده والتي تستغرق فتره قصيره.**
- **يدوم فترة ١-٣ دقائق**
- **-انتاج الطاقه الكيميائيه فيه محدود اذ تتكون ٣ جزيئات من ATP وتتطلب ١٠ تفاعلات .**
- **مخزون الطاقه محدود في العضله**
- **ينتج عنه حامض اللبنيك الذي يسبب التعب العضلي**

النقص الأوكسجيني(O_2 Defect) والدين الأوكسجيني (O_2 Debt)

هو كمية الاوكسجين التي يحتاجها الجسم بشكل متزايد خلال الجهد العضلي المتوسط والشديد , ولايستطيع جهاز القلب والدوران توفيره لسد حاجة العضلات من متطلبات الطاقه مما يضطر الجسم استدانته من اجهزته الاخرى لسد حاجته . ويلاحظ ان النقص الاوكسجيني يحدث قبل الوصول الى الشده العاليه مابعد الراحه اما الدين الاوكسجيني يحدث بعد الشده العاليه .

ويعد الدين الاوكسجيني واحدا من ادلة تكوين الطاقه بالطرق اللاهوائيه وعند زيادته يستمر ارتفاع اكسدة مكونات الطاقه على حساب احتياطي المركبات الفوسفاتيه الموجوده في العضله وبالطرق اللاهوائيه عند ذلك ١/٥حامض اللاكتيك يتأكسد الى ثاني اوكسيد الكربون والماء و٤/٥منه يستخدم كمادة لاستعادة الكربوهيدرات.

يحدث الدين الأوكسجيني عند إنتقال الرياضي من الراحة إلى الجهد ذو الشدة القصوى وهذه ترتبط بحاجة الجسم إلى الأوكسجين , والتي تكون لمرات عديدة بقدر ماتستطيع لأجهزة العضوية تأمينه , ويستفاد الجسم من الدين الاوكسجيني في سد النقص الحاصل في كمية الاوكسجين التي يستهلكها الجسم خلال فترة الجهد والذي يزيد عن حجم الاوكسجين المستهلك اثناء الراحه , وذلك لاعادة مخزون الطاقه في الجسم مع ازالة الحوامض المتجمعه في العضلات لغرض تحويلها الى

كلاكوجين من جديد او الى ثاني اوكسيد الكربون وماء وطرحها خارج الجسم .
إن الأعضاء التي تجهز الجسم بالأوكسجين لاتستطيع تلبية حاجة الجسم بسرعة وعليه فأن في بداية العمل العضلي يحدث الدين الأوكسجين لذلك فأن الدين الاوكسجيني هو الفرق **بين حجم الاوكسجين المطلوب استهلاكه فعلا اثناء الاداء وبين المستوى الذي كان عليه وقت الراحه والبالغ ٢٠٠- ٣٠٠ مللتر / دقيقه** . ويعتقد ان زيادة استهلاك الاوكسجين خلال فترة الاستشفاء تحدث الاستفاده من الاوكسجين الذي تم استدانته من الجسم اثناء الاداء او النشاط القصوي ويمثل نسبه تقدر ٠،٦ لترمن الاوكسجين والذي يكون متحدا مع مع مايوكلوبين العضله في الدم الوريدي , ويزداد الدين الاوكسجيني بمقدار ٣٠ مره عن هذا الحجم المخزون خلال الانشطه البدنيه القصوي .

انواع الدين الاوكسجيني

- **غير اللاكتيكي**

أي بدون ظهور حامض اللبنيك والذي يتم فيه إستعادة مصادر الطاقه(CP - ATP) وحدوده القصوي ٢- ٤ لترللمتدربين ويصل الى ٦ لتر عند المتدربين من الذكور , ويعود هذا الدين بسرعة وبحدود (٦٠ - ٩٠ ثانية) .

- **اللاكتيكي**

يتميز بظهور حامض اللبنيك في العضلة والدم , وهو الجزء الأكبر والأبطأ من الدين الأوكسجيني , ويتم التخلص من حامض اللبنيك الذي يتجمع في الدم نتيجة النشاط البدني وتبعا لشدة الحمل مقداره الاقصى ٥- ١٠لتر, ويستمر هذا الدين من بضع دقائق إلى ١,٥ ساعة .

يبلغ اقصى دين اوكسجيني في النشاط البدني الشديد ,بحيث لايمكن تحمله اكثر من(٥-٦) ثواني وبنفس الوقت لايمكن ان يستمر العمل بأقل من(٤٠ – ٦٠) ثانيه وذلك لايمكن بلوغ اقصى دين اوكسجيني بأقل من ٤٠ ثانيه , ولكي يستخدم الدين الاوكسجيني الاقصى بشكل تام يجب على الرياضي حساب قدرته بحيث يصل

الـدين الاوكسـجيني الاقصـى عنـد نهايـة النشـاط واذا لـم يصـل الرياضـي الحد الاقصـى من الـدين الاوكسـجيني ذلـك يعنـي انـه لـم يستخدم كامل قابليته البدنيه .

ويعتمد الدين الاوكسجيني علـى شدة الحمل ومقدار الطاقه المطلوبه لادائه وكذلك حجم الاوكسجين لانتاج هذه الطاقه .

انواع القدرات اللاهوائيه

اولا - القدره اللاهوائيه القصوى

فيهـا يـتم انتـاج اقصـى طاقـه اوشـغل ممكـن بالنظـام اللاهـوائي الفوسفاتي وتتضمن الانشطه البدنيه التـي تـؤدى بأقصـى سرعه وفي اقل زمن ممكن تستمرمن(٥- ١٠) ثواني .

ثانيا - السعه اللاهوائيه

اي **التحمل اللاهوائي** وهي قدرة الاحتفاظ اوتكرار الانقباضـات العضليه القصوى بالنظـام اللاهوائي (نظـام حـامض اللاكتيـك) ويتضـمن الانشـطه البدنيـه التـي تـؤدى بأقصـى انقبـاض عضـلي ممكن (ثابت اومتحرك) مع مواجهة التعب حتى ١- ٢ دقيقه .

التحميل اللاهوائى وطرق تأخير التعب

التحمـل اللاهـوائي هـو قـدرة العضـله علـى العمـل لاطـول فتـره ممكنه بالطرق اللاهوائيه والتي تستغرق ٥ ثواني – ٢ دقيقـه

طرق تأخير التعب.

- تقليل معدل تجمع حامض اللاكتيك عن طريق زيـادة استهلاك الاوكسجين حيث يتم اكسدة آيون الهايدروجين وحـامض اللبنيـك

- زيـادة تحمـل حـامض اللاكتيـك وهذا يتم عند التدريب الجيد والمتواصل حيث تتحسن سعة المنظمات الحيويه في الجسم ضد زيادة حموضة الدم PH وتحمل الالم العضلي .

- زيـادة الـتخلص مـن حـامض اللاكتيـك فـي العضـلات حيـث يساعد الجهاز الدوري في التخلص من حـامض اللبنيـك , كذلك تسـتهلك اليـاف العضـله القلبيـه كميـه مـن هـذا الحـامض وكـذلك الانزيمات (LDH) في التمثيل الغذائي .

عوامل الانتاجيه اللاهوائيه

يمكن تحديد عوامل الانتاجيه اللاهوائيه بما يأتي:

- **احتياطي فوسفات الكرياتين والكلاكوجين في العضله**
- **حجم السعه الانزيميه**
- **نشاط الخمائر المسرعه لتحليل مواد انتاج الطاقه بالطرق اللاهوائيه ونشاط الانزيمات التي ترفع النشاط**
- **تكيف الانسجه لحركة التأثيرات البيئيه في المجال الحامضي .**

ثانيا - النظام الهوائى (Aerobic system)

يعرف على انه التغييرات الكيميائيه التي تحدث في العضلات لانتاج الطاقه اللازمه للجهد البدني بأستخدام الاوكسجين الخارجي.

يكون انتاج الطاقه اوكسجينيا في الانشطه التي تعتمد على كفاية الجهاز الدوري – التنفسي في توصيل الاوكسجين الى العضلات العامله والتخلص من النواتج الكيميائيه المختلفه , ومن الجدير بالذكر ان مقدار الطاقه المتولده في المصادر اللاهوائيه تعتمد على قدرة الرياضي ومطاولته في تحمل حامض اللبنيك المتراكم , وكلما قلت شدة النشاط او استمر لفترة **٢-٤ دقائق** يقل الاعتماد على المصادر اللاهوائيه لانتاج الطاقه ,ويكون انتاجها بالطرق الهوائيه باستخدام الاوكسجين , وفي الانشطه التي تستمر اكثر **من ٤ دقائق** يعتمد بشكل اساسي النظام الاوكسجيني لانتاج الطاقه .

مصادر الطاقه في النظام الهوائى

يتضمن النظام الهوائي اعادة تخليق ATP عن طريق العمليات الهوائيه مستخدما الوقود داخل العضله مثل الاحماض الدهنيه الحره والكلاكوجين والوقود خارج العضله مثل الاحماض الحره في النسيج الدهني للجسم والكلوكوز في الكبد ,حيث يلزم امداد المايتو كوندريا في سايتوبلازم الخليه العضليه بكميات من الاوكسجين المناسب للقيام

بعمليات التمثيل الغذائي (الايض الهوائي) اللازمه لانتاج الطاقه .إن النظام الهوائي يرتبط بنوع الغذاء المتناول .
تستخدم المواد(الكاربوهيدرات الدهون و البروتينات بنسبه لاتتعدى ٧% من مجمل الطاقه الكليه وفي بعض الحالات النادره) لانتاج الطاقه.في هذا النظام يوفر وجود الاوكسجين اكبرقوة مؤكسده لايونات الهايدروجين وتحولها الى ثنائي اوكسيد الكربون وماء مع امكانية كبيره لانتاج ATP تتعدى امكانية النظامين اللاهوائين , اذ يمكن **بناء ٣٦ جزيئه** ATP من التحلل الكامل لجزيء واحد من الكلوكوز بهذه الطريفه في حين ينتج ٢ جزيئه من ATPفي النظام اللاهوائي , ويمكن الحصول على١٣٦ جزيئه من ATP عند تحلل جزيء من الحامض الدهني (حامض الكالميك)

طاقه O2

C3H4O3حامض ---------- CO2+ H2O +
البايروفيك

ا
ا
لاهوائيا
C3H6O3 حامض
اللبنيك

ATP---------- ADP + طاقه + pi '

ADP +pi + طاقة ⟶ ATP

جلكزه هوائيه
المواد الغذائيه ⟶ طاقة + H_2O + CO_2

النظام الهوائي والانشطه الرياضيه

يستخدم هذا النظامالهوائي في الأنشطة الرياضية التي تستمر لفترة زمنية طويلة من خلال أكسدة المواد الكاربوهيدراتية والدهون وبمساعدة أوكسجين الهواء الجوي والذي يساعد على الأستهلاك الأقصى خلال بضعة دقائق, وأن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام بطيئة قياساً ببقية الأنظمة الأخرى (النظام الفوسفاجين ونظام حامض اللاكتيك) والطاقه الاوكسجينيه كبيره من حيث كميتها وفترة دوامها وانها تدوم لفتره طويله جدا كما في العاب المطاوله (جري المسافات الطويله مثل جري ٥٠٠٠ متر والماراثون وفي الفعاليات الرياضية التي تستغرق فترة طويلة , اذ يعمل النظام الهوائي في التدريبات المنخفضة الشدة , و إن ثاني أوكسيد الكاربون الناتج عن هذا النظام هو الذي يسبب التعب من خلال إنتقاله من العضلات إلى الدم والرئتين ، علما إن جميع العمليات الكيميائية تحدث داخل خلايا العضلة في (بيوت الطاقة) المايتوكوندريا.

التفاعل الاوكسجيني يبقى العامل المهم والاخير في نقل الطاقه وخصوصا اذا استمر الجهد اكثر من ٢-٣ دقائق يبأ استخدام الاوكسجين بالزياده السريعه منذ الدقيقه الاولى لبدء الجهد العضلي , ولكن بعد مرور ٤ دقائق يصل استخدام الاوكسجين الى حد معين لايتعداه بالرغم من استمرا الجهد ويسمى هذا الخط البياني لاستخدام القصوي للاوكسجين بالحاله الثايته Steady State او المعدل الثابت Steady Rate الذي يعكس حاله متوازنه بين الطاقه المستهلكه في العضلات العامله ومعدل تكوين مادة ATP خلال الجهد الاوكسجيني ,الذي يعد الاساس لتكوين الطاقه اللازمه للجهد العضلي , ويكون معدل تجمع حامض اللبنيك في هذه الحاله اقل مايمكن . ومن الجدير بالذكر ان الرياضي المتدرب يصل الحاله الثابته اسرع من غير المتدرب كما ان جهده اللااوكسجيني اقل , وان كمية الاوكسجين المستخدمه خلال الجهد اكبر عند الرياضيين وقد يعود السبب الى ازدياد قابلية العضلات على تكوين ال ATP اوكسجينيا .

يبقى العمل مستمر في هذا النظام لفترة طويله ولكن هناك الكثير من العوامل التي تؤثر سلبيا على اعاقة استمراه .

العوامل التي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائي

- فقدان السوائل والاملاح
- النقص الكبير في مخزون الكلوكوز المغذي الاساسي لعمل الجهاز العصبي المركزي .
- نقص الكلاكوجين في العضله يؤثر بشكل مباشر على استمرار عملها.

مميزات النظام الهوائي

- يعمل بوجود الاوكسجين
- تحدث التفاعلات الكيميائيه في السايتوبلازم وتكتمل بعيدا في الخيوط البروتينيه الانقباضيه في الميتوكوندريا , ويتتطلب تفاعلات كيميائيه كثيره ومعقده.
- مصدر الطاقه فيه الكلاكوجين والدهون والبروتينات ويتطلب اشراك مصدرين من مركبات الطاقه الغذائي (كلوكوز وحامض دهني)
- بطيء وتتحرر الطاقه في الانشطه المتوسطه والخفيفه الشده والتي تستغرق وقتا طويلا (انشطة التحمل)
- يدوم لفتره طويله
- انتاج الطاقه فيه كبير وغير محدود , وتعتمد التفاعلات فيه على توفر الاوكسجين الذي بدوره يعتمد عل عمل الجهازين الدوري والتنفسي , اللذان يخضعان للتأثيرات العصبيه والهرمونيه وتستخدم الطاقه الناتجه لبناء المركبات الفوسفاتيه الغنيه بالطاقه حيث تخزن فيها على شكل طاقه كيمياويه والجزء الاخر يصرف لتغطية متطلبات انجاز النشاط..
- لايحدث التعب العضلي مصاحب لانتاج الطاقه .
- يتطلب تداخل العديد من المركبات الامفيتامينيه مثل الفيتامينات

يمكن اعتماد تقسيمات الطاقه في تحديد الوقت الملائم للتدريب والطاقه اللازمه للنشاط وتقسيم الانشطه الرياضيه وفق النظام الملائم له

القابليه القصوى لاستهلاك الاوكسجين VO2MAX

هي اقصى كميه مستخدمه من الاوكسجين يمكن الانسان وصولها خلال الجهد البدني عندما يتنفس عند مستوى سطح البحر ويمكن اعتبارها عامل اساسي في تحديد القابليه البدنيه (Physical Working Capacity).

يزداد استخدام الاوكسجين مع زيادة النشاط العضلي , وعندما يستخدم الاوكسجين بالحد الاقصى يدلل ذلك على الانتاجيه الهوائيه , اي سلوك الطرق الهوائيه لانتاج الطاقه .

ترتبط القابليه القصوى لاستخدام الاوكسجين بقابلية التنفس القصوى وبالدوره الدمويه والاجهزة التي تقوم بعملية تجهيز الدم الى انسجة الجسم , وخاصة العضلات العامله لذلك يمكن الاستدلال على الحاله الوظيفيه لهذه الاجهزه من خلال قياس هذا المؤشر .

تختلف القابليه القصوى لاستهلاك الاوكسجين عند الرياضين , فهي عند رياضي المطاوله والرياضيين من ذوي التدريب العالي وعدائي المسافات الطويله يساوي تقريبا(٥-٦) لتر / دقيقه , اما عند غير المتدربين فيتراوح بين (٢,٥- ٣،٥) لتر / دقيقه , ويعتمد ايضا على مقدار الوزن , اذ كلما زاد الوزن تقل القابليه القصوى لاستختدام الاوكسجين .

ان الرياضي يستطيع رفع كمية استخدام الاوكسجين بمقدار اكثر من(٢٠) مره عند الجهد او النشاط البدني مقارنة بوضع الراحه , اما غير الرياضيين فلا يستطيعون رفع كمية الاوكسجين اثناء الجهد اكثر من ١٠ مرات .

التداخل بين نظم إنتاج الطاقة

تتفاعل أنظمة إنتاج الطاقة في جسم الإنسان , ولايبدو أي نظام مستقلاً عن الأخر ، ويتوقف التفاعل بينها على التغيرات التي تحدث في (قوة وسرعة الأداء والمسافة والزمن المستغرق) فلكل نظام سعة محددة ,فالنظام الفوسفاتي يعتمد على مخزون الـ (ATP) أثناء الأداء إي

القدرة اللاهوائية في حين السعة اللاهوائية تشير إلى ان الكمية الكلية (ATP) اللازمة أثناء الأنشطة المختلفة .
هناك ترابط بين هذه الأنظمة وتعاقبها حيث يسود نظام معين في أنشطة محددة (مثلاً ، سباق عدو - ١٠٠ - ٢٠٠ متر النظام السائد الفوسفاتي اللاهوائي وفي الكرة الطائرة والمصارعة النظام اللاهوائي يشكل نسبة ٩٠% والهوائي بنسبة ١٠%) ويلاحظ كلما تقل سرعة الأداء وتزيد المسافة فإن النظام يتحول الى حامض اللاكتيك أو الهوائي كمصدر لإمداد الطاقة ، ويتفاعل نظام حامض اللاكتيك مع النظام الهوائي كما في الجري (٤٠٠ - ٨٠٠ متر) .وفيما يلي جدولا توزيع الانشطه الرياضيه وفق نظم الطاقه السائده :

اسهامات نظم الطاقه خلال زمن الاداء

تسهم نظم الطاقه خلال زمن الاداء الاقصى بقيم تتوقف على الزمن الذي يستغرقه الاداء , وكلما زاد زمن النشاط البدني قل تبعا لذلك الاعتماد على الطاقه اللاهوائيه بواسطة العضلات , وفي حالة العمل لفتره قصيره والتي تقل عن ٢ دقيقه حيث يكون مصدر الطاقه لاهوائيا , وعندما يطول زمن الاداء فأن مصادر الطاقه الهوائيه تسهم بشكل اكبر لذلك فأن معظم الاختبارات التي تقيس نظم الطاقه تعتمد على الزمن وفي ادناه جدولل رقم (٩) يبين اسهامات نظم الطاقه وفقا للزمن المستغرق في النشاط البدني .

زمن الشغل	طاقه لاهوائيه فوسفاتيه	طاقه لاهوائي لاكتيكيه	طاقه هوائيه
٥ ثواني	٨٥%	١٠%	٥%
١٠ثواني	٥٠%	٣٥%	١٥%
٣٠ دقيقه	١٥%	٦٥%	٢٠%
١ دقيقه	٨%	٦٢%	٣٠%
٢ دقيقه	٤%	٤٦%	٥٠%
٤ دقائق	٢%	٢٨%	٧٠%
١٠ دقائق	١%	٩%	٩٠%
٣٠ دقيقه	١%	٥%	٩٥%
١ ساعه	١%	٢%	٩٨%
٢ ساعه	١%	١%	٩٩%

جدول رقم (٩) يبين اسهامات نظم الطاقه وفقا لزمن الشغل البدني نقلا عن (ASTRAND ,1986)

توازن الطاقة

هي عدد السعرات الحراريه المكتسبه ازاء عدد السعرات المستهلكه والتي تزود الجسم بالتغذيه الصحيه وما يحتاجه من من العناصر الغذائيه بشكل يكفي نشاطاته المختلفه ويتحقق ذلك بتنوع التغذيه .

يحتاج الفرد في حالة الراحه التامه وبدون حركه وفي اجواء قياسيه وحراريه ثابته وطبيعيه الى (١٧٠٠- ٢٠٠٠) سعره حراريه وهي الطاقه اللازمه لعمل القلب والدم والجهاز الهضمي والكبد والعمليات الفسيولوجيا والبايولوجيه للخلايا , وتزداد السعرات الحراريه لاي جهد اضافي , وتتناسب الطاقه المستهلكه تناسبا طرديا مع شدة الفعاليه الرياضيه الممارسه وكذلك الطاقه التي يحتاجها الرياضي لاداء النشاط , وتختلف بآختلاف شدة الفعاليه ومدتها الزمنيه المسغرقه:, ويحتاج الرياضي الذي يمارس جهدا بدنيا شديدا الى (٥٠٠٠- ٦٠٠٠) سعره حراريه في اليوم لاداء الجهد البدني , لذلك من المفيد تناول عدد اكبر من الوجبات(٤-٥) وجبات في اليوم لغرض المحافظه على نسب السكر في الدم لان الوجبات قليلة الحجم تمنع تجمع الدهون في الجسم وتوفر مستوى افضل من السكر .

السعرات التى يكسبها الفرد من الاغذية وخاصة الدهون تفوق عدد السعرات المكتسبة من الكربوهيدرات ومصادرالطاقة الاخرى .

تعويض مصادر الطاقة

ان مخزون الطاقة المستهلك خلال النشاط الرياضي هومخزون(ATP-CP) في الخلية العضلية والكلايكوجين المخزون في العضلات والكبد .وان معرفة المدرب كيف يستعيد الجسم لمصادرطاقته تساعده في تحديد فترات الراحة بين التمارين الرياضية اثناء التدريب بحيث يتناسب ونظام الطاقة الذي استخدمه في تدريبه والاّ أدى ذلك الى هبوط مستوى الاداء .

يمكن تقسيم عمليات التعويض الى :-

- استعادة مخزون الاوكسجين

خلال العمل العضلي يستهلك مخزون الاوكسجين في الجسم ويوجد الاوكسجين في العضلات على شكل مركبات كيميائيه .

- تعويض الفوسفات

تستعاد كمية الفوسفات المستهلكه بنسبة ٧٠% خلال (٣٠) ثانيه من توقف الاداء , و يحتاج تعويض مخزون الفوسفات الى فترة زمنية قصيرة تتراوح مابين (٢- ٣) دقيقة وتسمح هذه الفتره خلال الراحة بتعويض بعض الفوسفات الذي يمكن استخدامه مرة اخرى لأنتاج (ATP) ,وتعتمد عمليات تعويض الفوسفات على الطاقة الناتجه من النظام الهوائي اي بوجود الاوكسجين القادم من الدم مع امكانية مشاركة نظام حامض اللاكتيك وكلما تستهلك الفوسفات بشكل كبير كلما احتاج ذلك الى كميه اكبر من الاوكسجين من اجل استعادة الشفاء.

- تعويض الدين الاوكسجين

يقصد به تعويض كمية الاوكسجين المستهلكة اثناء الاداء البدني خلال فترة استعادة الاستشفاء , والتي تزيد على كمية الاوكسجين المستهلكة نفسها في اثناء الراحة بما في ذلك استعادة مخزون الطاقه المستهلكه خلال العمل وازالة حامض اللاكتيك.ويصل حجم الدين الغير لاكتيكى الى (٢- ٣،٥) لتر وهو مايعني الطاقة اللازمة لأستعادة الفوسفات في فترة وجيزة تتراوح مابين (٣- ٥) دقيقة ,اما الجزء اللاكتيكي فهوالذي يمد الجسم بالطاقة اللازمة لتتخلص العضلات والدم من حامض اللاكتيك ,وهوالجزء الاكبر والابطاء من الدين الاوكسجيني , وتنخفض سرعة استهلاك الاوكسجين بعد الجهد مباشرة خلال (٢- ٣) دقائق يحدث انخفاض سريع جدا في الدين الاوكسجيني غير اللاكتيكي الى ان يبلغ (٣٠ - ٦٠) دقيقه حيث بصل الى قيمته ماقبل الجهد .

- استعادة أوكسجين الميوكلوبين

يوجد الميوكلوبين في العضلات الهيكلية والذي يشبه عمل الهيموغلوبين في الدم ,حيث يعمل على تخزين الاوكسجين في العضلات ويوجد بكميات كبيرة في الالياف العضلية البطيئة ويقل في الالياف السريعه ، ويساعد الاوكسجين الموجود في هيموغلوبين

العضلة في انتاج الطاقة في بداية النشاط الرياضي ،ويتم تعويض هذا الاوكسجين في اثناء فترة وجيزة تستغرق دقيقه

- تعويض الكلايكوجين العضلي

يتم التعويض الكامل لمخزون الكلايكوجين خلال عدة ايام , ويعتمد على عاملين اساسيين :

- **نوع النشاط البدني** المتسبب في استنفاذ الكلايكوجين .
- **كمية المواد الكربوهيدراتية المستهلكة** خلال فترة الاستشفاء .

ويختلف استنفاذ الكلايكوجين تبعا لنوعين مختلفين من الانشطة الرياضية .

– **تعويض الكلايكوجين بعدالنشاط البدني المستمر** :

النشاطات التي تستمر فيها فترة الأداء لمدة ساعة أواكثر (سباحة , مسافات طويلة ، دراجات) ويحتاج اللاعب الى تناول عدة وجبات من الكاربوهيدرات لمدة تزيد عن يومين خلال فترة الاستشفاء , وبدون ذلك فأن تعويض الكلايكوجين يتم بصورة بطيئة ويستمربعد ايام بعد الجهد , ويساعد تناول الكاربوهيدرات (٦٠%) من تعويض الكلايكوجين خلال (١٠) ساعات , لذا يجب للمحافظه على مستوى الكلاكوجين وتعويضه يشكل مستمر .

- **تعويض الكلايكوجين بعدالنشاط البدني المتقطع قصير المده** :

يلاحظ مثل ذلك في تصفيات سباقات السباحة والعاب القوى والجمناستك والمصارعة وكرة القدم والسلة ، حيث يتم تعويض كمية كبيرة من الكلايكوجين خلال ساعتان اثناء فترة الاستشفاء بدون تناول أي مواد غذائية ويتم تعويض الجزء الباقي خلال (٢٤) ساعة .التاليه -

التخلص من حامض اللاكتيك في العضلة والدم :

ان زيادة حامض اللاكتيك الناتج عن استخدام نظام حامض اللاكتيك يؤدي الى حدوث التعب , لذا فأن الاستشفاء الكامل من التعب يتم اذا تم التخلص من الحامض الزائد في العضلات والدم .وقد دلت النتائج ان مدة ساعة تكفي لازالة حامض اللاكتيك ،ويتطلب التخلص من نصف مقدار حامض اللاكتيك المجتمع بعد التدريبات ذات الشدة

القصوى (٢٥) دقيقة ، أي ان التخلص من (٠/٠٩٥) من حامض اللاكتيك يتم خلال ساعة وربع بعد اداء التمرينات ذات الشدة القصوى , بينما يقل الزمن عن ذلك في حالة انخفاض شدة الحمل ،وقد تصل (١١) دقيقة في حالة استخدام تمرينات خفيفة وفي الجدول(١٠) ادناه الازمنه اللازمه للاستشفاء بعد جهد عالي الشده .

عمليات الاستشفاء	فترة اعادة الشفاء	
	الحد الادنى	الحدالاعلى
اعادة مخزون ATP-CP	٢ دقيقة	٥دقائق
الدين الاوكسجينى غير اللاكتيكي	٣ دقيقة	٥دقائق
تعويض كلايكوجين العضلة	١٠ ساعات بعد نشاط مستمر ٥ساعات بعد نشاط متقطع	٤٦ ساعة ٢٤ساعة
تعويض كلايكوجين الكبد	١٢ ساعة	٤٨ ساعة
التخلص من حامض اللاكتيك في الدم والعضلة	٣٠ دقيقة في حالة تمارين التهدئة ١ساعة في حالة الراحة	١ساعة ٢ساعة
الدين الاوكسجينى اللاكتيكي	٠ ٣دقيقة	١ساعة
تعويض مخزون الاوكسجين	٠ ١-١٥ ثانية	١دقيقة

جدول رقم (١٠) يوضح ازمنة الاستشفاء بعد اداء تمرينات مرتفعة الشده نقلا عن كمال عبدالحميد واخرون ١٩٩٩

الفصل الثامن
الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه والتكيفات الحاصله

المبحث الاول
الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

اولا- مرحلة التحضير(الاعداد)
التغييرات الوظيفيه في مرحلة التحضير
انواع الاستجابات في مرحله التحضير
تنظيم حاله التحضير
الاحماء و دورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير
تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم
فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسى)
ثانيا- مرحلة العمل (الجهد)
حالة الاستقرار
حالة الاستقرار الحقيقية
حاله الاستقرار الكاذبة
الجهد النافع
العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:
التعب العضلي
التغييرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي
علامات التعب العضلى
أهمية التعب
انواع التعب

قياس التعب
درجات التعب
اسباب تأخير ظهور التعب عند الرياضي
العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه
الشد العضلي (Muscular Ton)
ثالثا- مرحلة مابعد الجهد(الراحه والاستشفاء) Rest Recovary and
التغييرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناء الراحه
الاستشفاء Recovary
تنظيم عملية الاستشفاء
تقويم حالة الاستشفاء
العوامل المؤثره في عملية الاستشفاء
الوسائل المسرعة للأستشفاء

المبحث الثاني

التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء والاجهزه اثناء الراحه والجهد العضل

دليل التدريب عند الراحه
- التغيرات في العظام
- التغيرات في العضلات
- التغيرات في الطاقه
- التغييرات في الجهاز التنفسي
- التغييرات في القلب والدوره الدمويه
دليل التدريب عند العمل المنتظم
دليل التدريب عند الجهد الشديد
- تدريبات االجهد الشديد والسريع
- تدريبات المطاولة
- تدريبات القوة

خصائص ومباديء اعادة التدريب

المبدا الاول - اعاده اداء التمارين

المبدا الثاني - انتظام تعاقب اعاده التمارين

المبدا الثالث - العلاقه الصحيحه بين العمل والراحه

المبدأالرابع / الزيادة التدريجية للجهد

المبحث الثالث

اعداد الرياضى فى البيئات المختلفه

إعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية
الضغط الجوي والمرتفعات
التدريب في المرتفعات
إرتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني
الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً
أهمية التوازن الحراري للرياضيين
التدريب في الجو البارد
التدريب في الأعماق

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

ان التدريب المستمر يؤدي الى تغييرات فسيولوجيه في كافة الاجهزه الجسميه لتعمل بشكل اكثر كفاءه , وعموما عند ممارسه التمارين الرياضيه او التدريب **يمر الجسم بثلاث مراحل هي :**

مراحل التدريب

اولا – مرحلة التحضير (الاعداد)

ثانيا – مرحلة العمل (الجهد)

ثالثا –مرحلة ما بعد الجهد (الراحه والاستشفاء)

عادة ما تكون هذه المراحل متداخله مع بعضها ومترابطه , ومن المعلوم ان عند اداء اي جهد رياضي تتغير وظائف الجسم وفقا لنوع الجهد الممارس , حيث تظهر استجابات مختلفه قبل بدء العمل واثنائه , ويحدث تداخل العمل العضلي مع نشاط الاجهزه المختلفه في الجسم , وعندما يستمر العمل العضلي لفتره طويله تظهر حاله الاستقرار , حيث تتوازن كمية الدين الاوكسجيني مع كميه الاوكسجين المستهلكه في الجهد ذو الشده دون القصوى , اما عند اداء نشاط عضلي قصوي (عالي الشده) يحدث انخفاض في القابليه الوظيفيه مما يسبب التعب , وحاله التعب تعد حاله وقائيه لانها تحافظ على الجسم وتمنع الوصول الى مرحله الارهاق .

بعد انتهاء العمل العضلي تبدا مرحله تعويض ما فقد من الطاقه الاحتياطيه , اي بدء مرحلة الاستشفاء لتعود وظائف الجسم الى حالتها

الطبيعية , وقد تطول فتره الاستشفاء عندما يكون التعب شديدا , كما ان القابليه الوظيفيه للرياضي تبقي دون المستوى المطلوب ولفتره طويله .تظهر مراحل الجسم المشار اليها (التحضير , الجهد , الاستشفاء) بشكل اكثر وضوحا في المنافسات التي تتطلب نشاط عضلي عنيف.

اولا- مرحلة التحضير(الاعداد)

في هذه المرحله تحدث تغيرات وظيفيه عديده في الجسم , ففي البدايه تظهربعض التغييرات وبشكل مباشر عند اداء اي نشاط عضلي , حيث تظهر عند الرياضي نغييرات على شكل رد فعل انعكاسي , وتتغير وظائف الجسم استجابه لمختلف الحوافز التى تعطي مؤشرات عن حاله النشاط المؤدي , ويبدا التآقلم على حاله جديده , حيث يرتفع مستوى نشاط اجهزه الجسم وتتكيف المواد المنتجه للطاقه للحاله هذه للاستجابه السريعه (بدا العمل العضلي),وتختلف هذه التغيرات في المرحله التحضيريه تبعا للخصوصيات الفرديه للاعب ومستوى المناقسه , وكذلك مستوى التدريب وامكانيات المنافسه .

التغييرات الوظيفيه في مرحلة التحضير

يمكن ملاحظة التغييرات الوظيفيه الاتيه في هذه المرحله :

- ارتفاع التحفيز في الجهاز العصبي والجهاز الحركي
- زياده نشاط القلب والتمثيل الغذائي(تزداد ضربات القلب الى (١٣٠ – ١٤٠) ضربه / دقيقه ,
- يزداد نشاط الجهاز التنفسي (تهويه الرئه تزداد الى (٢٠ – ٣٠) لتر / دقيقة وتزداد الحاجه للاوكسجين (٢-٢,٥) لتر اكثر من الحاله الاعتياديه .
- يرتفع الضغط الدموي ودرجة حراره الجسم ويزداد التعرق .

كلما زادت شدة النشاط العضلي كلما تظهرهذه التغييرات بوضوح اكثر .تختلف الاستجابه عند الرياضيين في مرحلة التحضيرحيث يتوقف ذلك على حاله الجسم الوظيفية وخصوصيات المنافسه, و تظهر هذه التغيرات عند الرياضيين ذوي المستويات المتقدمه في بدايه النشاط فقط.

وبشكل عام هناك ثلاث انواع من الاستجابات في مرحله التحضير(التحضير القتالي , القلق والخامل)

انواع الاستجابات في مرحله التحضير

- التحضير القتالي

تلاحظ عنده التغييرات الاتيه:

- **ارتفاع تحفيز الجهاز العصبي المركزي** , والذي له تاثيرا ايجابيا على تحسين سير المباراه ونتائجها , حيث يكون الاداء الوظيفي العصبي متوازن .

- **زيادة نشاط الوظائف الحركيه للجسم** وفقا لارتفاع النشاط العضلي وشدته.

في حاله التحضير القتالي يكون الرياضي مهيئ للعمل بشكل اكثر ثقه للتنافس والوصول الى الفوز , ويتمكن من تقييم امكانياته وامكانيات منافسه بشكل صحيح. وهذا ما يوفر له فرصه كبيره للفوز في المباراه , ولكن النتائج لاتكون ايجابيه في جميع حالات التحضير القتالي.

- التحضير القلق

يتميز هذا التحضير بكثره الانفعالات والتحفيز العالي , ويحدث ارتفاع في الوظائف الفسيولوجيه للجسم قبل بدء النشاط بحيث يفقد الرياضي الكثير من طاقته, مما قد يؤدي وفي بعض الاحيان الى فقدان التوافق الحركي , والى ظهور اخطاء تكتيكيه , وهذا ما يسبب تاثيرا سلبيا على النتائج الرياضيه .

في بعض الحالات يؤدي فيها التحفيز القلق الى رفع القابليه الوظيفيه عند الرياضيين وخاصه ذوي المستويات الرياضيه العليا والذين يتميزون بقوه الجهاز العصبي .

التحضير الخامل

يتميز هذا النوع من التحفيز بأرتفاع واضح للعرقله في الوظائف الجسميه وخللها , .ويظهر التحفيز الخامل نتيجه لتحفيزات شديده والمستمره لفتره طويله قبل بدايه النشاط مما يسبب العرقله وعدم

التوازن في الوظائف العصبيه , كما تظهر حالات شد وتوتر وضغط نفسي , مما يؤدي الى نتائج رياضيه فاشله. في هذا النوع من التحضيريؤدي الرياضي نشاطه بدون مبالاه , وهذه الظواهر بسبب ردود الفعل الدفاعيه , عندما يكون الرياضي غير واثق من قدراته وتكون له رغبه شديده للانسحاب وعدم المشاركه في المباراه , عند ذلك يكون الرياضي غير مستعد للعمل , ويسيطر عليه الخوف , وهذا مما يزيد من قوه خصمه وفي النتيجه يكون عمله سلبيا .

تنظيم حاله التحضير

تنظم مرحلة التحضير عند الرياضي بشكل اكثر ملائمه ونوع النشاط الممارس عن طريق مايأتي :

- **التدريب على التمارين الرياضيه المختلفه وبشدد مختلفه** .
- **ضرورة اخضاع الرياضي لمنافسات مستمره اثناء التدريبات وعند الاعداد للمنافسات قبل بدايتها ,** وذلك لكي يتم التكيف على الجهد النفسي والبدني العالي اثناء المنافسه .
- **اجراء الاحماء قبل بدايه المنافسه بشكل يتناسب وحجم المباراه والجهد المبذول اثناؤها ,** وكلما كانت التمارين المستخدمه اثناء فتره الاحماء مشابهه للتمارين المتسخدمه في المباراه وكثيره , كلما ازداد تحفيز الجهاز العصبي وبقيه الاجهزه المشتركه في النشاط , وبعكس ذلك فان التمارين البعيده عن طبيعه المباراه والمؤداة لمده طويله تسبب انخفاض في تحفيز اجهزه جسم الرياضي .
- **استخدام المساج للتخلص من الانفعالات الغير المطلوبه في المباراه** حيث يؤدي المساج الى تقويه المحفزات الحركيه ويؤثر على الجلد ويزيد من التآثير الايجابي للاحماء.
- **اداء التمارين التنفسيه (حركات الشهيق والزفير)** عده مرات وبعمق قبل بدء المنافسه .
- **اتباع نظام خاص في ايام المنافسات** , بحيث يكون يوم رياضي مطابق وحسب الامكانيات المتوفره لحاله المنافسه , لان اي خلل في ذلك يؤدي الى انخفاض القابليه الوظيفيه للرياضي ويحدث ضغط اضافي على الاجهزه الجسميه عند التاقلم على الحاله الوظيفيه الجديده .

- يجب على الرياضي توجيه انفعالاته وبشكل يحعله يستخدم جميع الوسائل المؤثره مثل(التحليل الصحيح للعمل المقبل عليه وتقويم امكانيه خصمه).

الاحماء ودورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير

يقصد بالاحماء النشاط العضلى الخاص والمؤدى قبل المنافسه او التدريب و يعد العمل الاساسي فى حالات التدريب . ويختلف الاحماء حسب نوع الرياضه و شدة النشاط و استمراره ويتراوح بين(٣-٣٠) دقيقة و أحيانا أكثر من ذلك .

أهمية الاحماء

- يساعد على تسريع مرحلة عمل الاجهزة الجسمية
- ينقل الجسم بسرعة من حالة الهدوء الى حالة العمل

يتكون الاحماء من مجموعة تمارين مختلفة ذات أجزاء عامة و خاصة :

هدف الجزء العام للاحماء

- رفع مستوى التمثيل الغذائي وتبادل المواد
- رفع درجة حرارة الجسم
- تحسين التنفس والدوره الدمويه
- تحفيز الجهاز العصبي المركزي والجهاز الحركي

ذلك يتم عن طريق استخدام تمارين ذات صفه وتأثير عام والتي تشكل الجزء العام من الاحماء .

هدف الجزء الخاص للاحماء

- تقوية المهارات والخبرات الحركية والتى تدخل ضمن منطلبات النشاط المؤدى.
- تنظيم العلاقة بين نشاط الجهاز الحركى وأعضاء النموفي الجسم .

ان تمارين الجزء الخاص يجب أن تتناسب مع خصوصية الحركات الاساسية المستخدمة فى النشاط الممارس .

العلاقة بين الجزء العام و الخاص للاحماء ترتبط بمستوى التحضير العام و الخاص للرياضى .

تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم

- يؤدى الى رفع التحفيز وعدم استقرار المراكز العصبية و العضلات .
- يعمل على الاستجابة السريعة تجاه المحفزات
- يعمل الاحماء فى حالة النشاط العضلى الشديد على تنشيط الوظائف القلبيه و التنفسيه و ينشط استخدام الاوكسجين و توزيعه بين الانسجة
- يؤدى الى نمو نشاط الانزيمات والتى تساعد على سير التغيرات البيوكيمائية بشكل سريع و خاصة فى الانسجة العضلية .
- يقلل الاحماء من تصلب العضلات و يزيد مطاطيتها و يحميها من الاصابات المختلفة
- يعمل على نمو التوافق فى اداء الحركات الرياضية
- يعمل الاحماء على التكيف وفق التغييرات البيئة التى يتعرض لها الرياضى.
- يزيد من نشاط الغدد الفرعية التى تعمل على التبادل الحرارى و الغذائى .

يسبب الاحماء تعرقا شديدا , وعند ذلك يجب التوقف عن أداء التمارين , وذلك لأن عند هذا الحد يكون الجسم مهيأ لاحداث تغيرات فعاله , وخاصة عندما يتكون حامض اللبنيك الذى يسبب افرازه بشكل كبير تأثيرا سلبيا على العمل الرياضى .

<u>فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسى)</u>

يبقى تأثير الاحماء لفترة معينة تتوقف على حجم ومدة استمرار العمل الذى يهيأ له , وكذلك تبعا لخصوصية النشاط الرياضى وفترة استمراره وشدته وكذلك الخصوصيات الفردية واستعداد الرياضى وحالته الوظيفية .

يجب أن تكون فترة الراحة بين الاحماء و بداية النشاط ليست كبيرة جدا , لأن ذلك يخفض كثيرا من تأثيره أو حتى يفقد تأثيره , والفترة المثالية للراحة تتراوح ما بين (٣- ١٥) دقيقة وفى حالة اطالة فترة الراحة مابعد الاحماء من الضروري اعادته قبل بدء النشاط .

يستطيع كل من المدرب واللاعب تقدير الفترة اللازمه للاحماء ومعرفة مدى استمرار الاحماء الفردى , وكذلك مقدار الراحة بين الاحماء وفترة بدء النشاط .وعادة تنظم تمارين الاحماء قبل فترة

التحضير، وتستخدم تمارين ذات تحفيز واطيء للوظائف الجسمية عندما تكون الحركة مفاجئة, وتستخدم تمارين بسيطة فى حالة تحفيز وظائف الجسم الغير كافى , ولايجوز تغيير نوع الاحماء قبل بدء الجهد ,

ثانيا- مرحلة العمل (الجهد)

يقصد به الارتفاع التدريجى في القابلية الوظيفيه فى بداية مرحلة النشاط و تكيف الجسم لمستوى أعلى من العمل .

يعد العمل قانون طبيعى عام يوجد في مختلف النشاطات سواء كانت فكرية أو عضليه .

زمن استمرار العمل له علاقة وطيده بخصوصية النشاط و شدته و الخصائص الفردية للرياضى ومستوى تدريبه وحالة الجسم أثناء تأدية الجهد . عند الجهد عالي الشده تكون التغيرات الوظيفية كثيرة وواضحة أثناء الاداء , حيث يسير العمل بشكل سريع , وفترة استمرار الجهد تستغرق وقت قصيرا او طويلا حسب نوع الفعاليه كما في جري المسافات القصيرة والطويله .

فى المسافات القصيرة يعمل الجهاز العصبى و العضلى بشكل أكثر نشاطا ,كما تفقد الطاقة بشكل سريع , وتشترك الأجهزة الجسمية فى العمل بشكل أني لغرض اخراج الحركة بالشكل المطلوب , وتحدث تغيرات فى الدورة الدموية و التنفس (مثلا عند عدائى المسافات القصيرة ا(١٠٠م) يسير العمل بسرعة و يتميز بأن الوقت الذى يقضيه العداء فى اجتياز ال١٠م الاولى أكثر من الفترة التى يقضيها فى اجتياز ال١٠م الوسطية فى المسافة و سرعة الجرى تصل الى الحد الاقصى بعد(٥- ٦) ثوانى من بداية الجرى, أما عند العدائين ذوى المستوى العالى , ارتفاع سرعة الجرى لا تلاحظ فى أقل من(٣٥- ٤٠) م من بداية المسافة , وهذا يعنى أن عمل الاجهزة الجسمية و العوامل البايوكيمائية تحدث بعد فترة من بدء النشاط .

اما فى حالة النشاطات التى تستغرق فترة طويلة والتى تحتاج شدة قليلة تسير الوظائف الفسلجية بشكل بطئ والعمل يحدث بهدوء.

عند اداء الحركات الرياضية الصعبة التي تتطلب توافق الحركى الدقيق , أو عند الانتقال من نشاط الى أخر اي كلما كانت الحركة الرياضية

معقدة و تتطلب سرعة عالية وتغيير فى النشاط كلما احتاجت الى تغيير فى الوظائف الفسيولوجية بشكل يتلائم ومتطلبات الحركة .
العمل العضلى يساعد على تحسين توجيه الحركه وتوافقها , وترتفع الوظائف الانمائيه وعمل الجهاز الحركى والاجهزة الداخلية .
فى بداية النشاط تترتفع وظائف أجهزة الجسم بشكل غير متساوى حيث ترتفع أولاوظائف الجهاز الحركى قبل الأجهزة الداخلية وعند نشاط العضلات (٢٠-٦٠) ثانيه يصل عدد ضربات القلب الى المستوى المطلوب , أما السعة القلبية و تهوية الرئة وتعويض النقص الاوكسجينى فيستمر الى بعد النشاط من ٣-٥ دقائق و أحيانا لفترة اطول .

- حالة الاستقرار

بعد انتهاء مرحلة العمل (الجهد)عند النشاط سواء كان شديدا او لا , تظهر حالة الاستقرار, وفى هذه المرحلة ينتهى فيها ترتيب و تركيب الحركة وتطوير الوظائف الانمائية (الدورة الدموية و التنفس) ويرافق هذه المرحلة انخفاض فى استهلاك الاوكسجين على وحدات العمل أى انخفاض فى طلب الاوكسجين و ارتفاع الحصول عليه بالمقارنة مع مرحلة البداية فى الجهد , علما ان عند اداء التمارين الرياضية ذات الشدة القصوى و تحت القصوى (المسافات القصيرة والمتوسطه فى الجرى لا يمرون بهذه الحالة (الحالة المستقرة) .
تكون حالة الاستقرار اما **حقيقية أو كاذبة**.

حالة الاستقرار الحقيقية

تظهر هذه الحالة عند التمارين المحدودة القوة والتمارين الدائرية المنظمة مثلا في (جرى المسافات الطويلة جدا) فى حالة الاستقرار الحقيقية يمكن الحصول على الاوكسجين خلال تنفيذ العمل , والدين الأوكسجينى الذى يظهر أثناء مرحلة العمل يكون قليلا ويتم تعويضه أثناء الجهد ,أما استشفاء التهوية الرئوية وحجم الدم خلال الدقيقة والضغط الدموى والمتغييرات الوظيفية الاخرى تتم تبعا لشدة العمل وفترة استمراره , وفي هذه الحاله يحدث التبادل الهوائى في الانسجة ويحافظ المحيط الداخلى على التوازن الحامضى القلوى.

حاله الاستقرار الكاذبة

تتمييز هذه الحاله كما في الحاله الحقيقيه بثبات الوظائف الفسيولوجية , ولكن تصل الى مستوى عالي جدا للامكانية القصوى للرياضي.

تظهر حاله الاستقرار الكاذبه بعد انتهاء مرحله العمل عند اداء النشاطات المتكرره الدائرية بشده عالية تستمر من (٥-٤٠) دقيقة مثلا عند الجري لمسافه ٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ متر عند حاله الاستقرار الكاذبه يبلغ استخدام الاوكسجين بحدود (٤-٥) لتر في الدقيقة بينما يتطلب العمل(٦-٧) لتر في الدقيقة , ولهذا من بدايه العمل الى نهايته يتجمع دين اوكسجيني يمكن ان يصل الى حد عالي(١٢-١٦) لتر عند حاله الاستقرار الكاذبه وتصل ضربات القلب الى ٢٠٠ ضربه / دقيقة , وحجم الدم في الدقيقة يصل الى ٣٠ لتر/ دقيقة , التهويه الرئويه تصل الي ١٢٠-١٥٠ متر/ دقيقة , وعدد مرات التنفس تصل الى ٦٠-٨٠ مره في الدقيقة , الضغط الدموي يصل الى ٢٠٠-٢٤٠ ملم زئبق , وهذا الارتفاع في معدلات الوظائف الفسيولوجيه يحدث نتيجه النمو الكبير الذي يحدث في الجسم , ويمكن ان تبقي حاله الاستقرار الكاذبه لعده دقائق مع تذبذب بسيط .

استمرار العمل في حاله الاستقرار الكاذبه يعتمد بشكل اساسي على قوه النظام اللاهوائي وذلك لتجمع عدد كبير من المخلفات الحامضية وخاصة حامض اللبنيك فى العضلات و الدم .

النقطةالميته (التنفس الثانى)

بعد البدء بالنشاط تنخفض القابلية الوظيفيه للجسم (و هذا الانخفاض الوقتي للقابلية الوظيفيه عند الرياضى تسمى بالنقطة الميتة)

تظهر النقطة الميتة عند التمارين الدائرية ذات الشدة القصوى و تحت القصوى حيث يشعر الرياضى عندها **بالاعراض الاتيه** :

- تعب شديد مع ثقل الرجلين

- تقييد الحركة

- ضيق فى الصدر مع لهاث

غالبا ما تظهر النقطة الميتة عند الرياضيين المبتدئين , وذلك لعدم توافق نشاط الجهاز الحركى مع عمل الاعضاء الداخلية.

علامات النقطة الميتة

- ينخفض نشاط العمل
- يزداد الطلب للأوكسجين
- تقل سرعة الحركة مع اختلال فى االتوافق الحركى

يعتمد التغلب على هذه الحاله على الارادة الشخصيه للرياضى حيث يستطيع تحاشيها ,ومن ثم يبدأ التنفس ثانية الذى يمكن أخذه بحرية عند الحركة حيث يسبب الاحساس بسهولة الحركة مع توازن التنفس .

التغلب على النقطة الميتة يسبب الانخفاض القليل فى شدة العمل مع زيادة التنفس بتوقف (اي تحدث فاصله عند الزفير العميق مع تعرق شديد) .وعند الرياضيين المتدربين والمتقدمين لا تظهر النقطة الميتة أبدا .

الجهد النافع

هو نسبة الجهد المصروف نسبة الى العمل المنجز او هوامكانية ماتحوله العضله من الطاقه الى عمل حركي وتقاس الطاقه المصروفه بقياس كمية الاوكسجين المستهلك , ويمكن قياس العمل المنجز بتطبيق القانون الاتي :

العمل او الشغل = القوة × المسافه

لقد قيس الجهد النافع عند الانسان وهو يساوي(٢٠- ٣٠ %) ويعني ذلك ان الانسان يستعمل لتحقيق عمل ما ٥/١ الى ٤/١ من طاقته المستهلكه وبقية الطاقه تكون على شكل طاقه حراريه .

العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:

- نوع العمل

ان الجهد النافع في العمل الثابت اقل منه عند العمل المتحرك

- شدة الجهد

كلما ازداد الجهد وارتفع الاجهاد كلما قل الجهد النافع , وعلى العكس الجهد القليل والغير متعب يرفع من قيمة الجهد النافع .

- سرعة الجهد

زيادة سرعة الجهد العاليه وكذلك شدة بطئه في انجاز العمل يخفض من قيمة الجهد النافع

- الحركات المصاحبه

الحركات الجانبيه التي لاتدخل ضمن العمل تؤثر بشكل كبير على قيمة الجهد النافع ,اي ان اتقان المهارات بشكل دقيق يسبب زيادة الجهد النافع .

- **العمر**

ان قيمة الجهد النافع العليا عند الانسان تكون في سن(٢٠- ٣٠) سنه وقد يزداد عند الرياضين وخاصة عدائي المسافات الطويله .الى اكثر من ذلك .

التعب العضلي

التعب العضلي **ظاهرة حياتية فسيولوجية طبيعيه وهوهبوط وقتي نسبي في مستوى القدرات الوظيفية المختلفة بدنية وعقلية وحسية وانفعالية ,عند القيام بعمل متعلق بتلك القدرات .** او**هوهبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل ولفتره من الزمن** ويظهر التعب بصورة الم في موضع العضله.

التغييرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي

تشمل مايأتي

- تراكم المواد الناتجة عن العمل العضلي مثل حامض اللاكتيك والبايروفيك .

- استنفاد المواد اللازمة للطاقة مثل ثلاثي فوسفات الادينورين ATP وفوسفات الكرياتين CP, الكلايكوجين .

- حدوث **تغيرات في الحالة الفيزيائية في العضلة** (تغيرات كهربائية وتغير خاصية النفاذية في الخلية العضلية).
- اختلال التنظيم والتوافق على مستوى الخلية في تنظيمات الأجهزة الحيوية سواء طرفياً أو مركزياً .

علامات التعب العضلى

يظهر التعب بشكل انخفاض وقتي في القابلية الوظيفيه والتى تظهر نتيجة عمل عضلى معين ومن اهم علاماته :

- بطء الحركة مع انخفاض انتاجية العمل
- فقدان (الدقة و التوافق وايقاع الحركة) وزيادة الأخطاء كنتيجة لأختلال التناسق في الاداء.
- اشتراك عضلات اضافية في العمل .
- خلل فى انبساط العضلات , واختلال الحركة التوافقية بين النشاط الحركى و الوظائف الانمائية .
- انخفاض التحفز وعدم استقرار الانسجة العصبية و العضلية كذلك الاجهزة الحسية.
- خلل فى وظائف الانزيمات التى تساعد على تمثيل المواد التى توفر الطاقة للنشاط العضلى .
- عدم التناسق بالعمل الوظيفي من خلال زيادة صرف الطاقة
- عدم الكفاية في خلق وتكوين حركات جديدة ومفيدة واستيعابها
- تزداد ضربات القلب والحركات التنفسية ويقل حجم التقلصات و عمق الشهيق والزفير و يلاحظ تعرق الجسم الشديد عند زيادة التعب .

من الجدير بالذكر, كلما كان العمل العضلى شديد كلما ازدادت التغيرات الوظيفية وظهر التعب , وللتعب علاقة وطيده بالبيئة الخارجية وخصوصية الرياضى الفردية ومستوى التدريب.

أهمية التعب

يحافظ التعب على الجسم من **الاجهاد** , وفى مقدمة ذلك **حماية الانسجة العصبية** من فقدان وظيفتها.

ان استمرار التأثير الانفعالى أثناء العمل يؤدى الى رفع قابلية الجسم الوظيفيه , وذلك يسبب تأثير الجهاز العصبى السمبثاوي والهرمونات , خاصة الغدد فوق الكليتين ,كما ان الانفعالات السلبية وفقدان الحماس يخفض من قابلية الجسم الوظيفيه ويسبب ظهور التعب بسرعة .
عند ظهور التعب على الجسم بكامله تحدث تغيرات معقدة وملازمه لعمل الجهازين العصبى و الحسى , و كذلك الجهاز الحركى والغدد في الأعضاء الداخلية .
أن سبب التعب و نموه يكمن فى **الجهاز العصبى المركزى** وخاصة قشرة النخاع الرأسى حيث أن خلاياه العصبية **تقل مطاولتها الوظيفية** , وتستنفذ بسرعة وظيفتها بالمقارنة مع خلايا الجسم الاخرى , كما تحدث فيها العرقلة بسرعة قبل الخلايا الاخرى , حيث تنخفض قابليتها على العمل فى البداية , مما تسبب عرقلة مزمنة بالتالى تؤدى الى استنفار وظائف الجسم.
يرتبط التعب بالحالة الوظيفية للجهازين العصبى و العضلى , وان تجمع المخلفات جراء نشاط خلايا الانسجة فى الدم , وقلة السكريات والاوكسجين فيه يسبب خلل في التمثيل الغذائي للماء والاملاح وكذلك بسبب نقص الهرمونات .
يؤثر التعب على المنعكسات الشرطيه ذات العلاقه بحاله الجسم ووضعه ويحدث هذا التأثير مبكرا كعمل بدني متعب .

انواع التعب

اولا- يقسم التعب الى ثلاثة اقسام(موضعي , منطقه , عام) حسب مناطق حدوثه :

- تعب موضعي

عنداشتراك اقل من ٣/١ العضلات في النشاط البدني الممارس .

- تعب منطقة

عنداشتراك من ٣/١ الى ٣/٢ من حجم العضلات في النشاط البدني الممارس .

-تعب عام

عنداشتراك اكثرمن ٣/٢ من حجم العضلات في النشاط البدني الممارس .

ثانيا- يقسم التعب حسب التغيرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناءه الى(موضعي ومركزي):

- التعب العضلي الموضعي

هو عمل فسيولوجي معقد ويكون على عدة صور منها:

الكيميائيه

حيث تكون نسبة كل من عنصري البوتاسيوم داخل الخليه والصوديوم خارج الخليه ٩٧% فتصبح الخليه كوحده كهربائيه , وعند العمل العضلي يسمح جدار الخليه بخروج البوتاسيوم الى خارج الخليه العضليه , وبخروج البوتاسيوم ينتهي عمل الخليه العضليه.

.الكهربائيه

حيث تنتقل الشحنات الكهربائيه السالبه في الجزء التقلصي للعضله الى الاجزاء الاخرى غير المتقلصه حتى تتعادل الشحنتين بعدها ينتهي عمل الخليه العضليه .

- التعب العضلي المركزي

يحدث التعب العضلي المركزي نتيجة انتقال الشعور بالالم من العضله الى المراكز الدماغيه بواسطة العصب الحسي ووصول المثبط للعمل الحركي من المراكز الدماغيه الى العضله لايقاف عملها , والتعب العضلي المركزي عمليه وقائيه الغرض منها المحافظه على سلامة العضلات ويتميز بطول زمن المنعكس عند الشخص المصاب .

ثالثا - يقسم التعب حسب اسبابه الى خمسه اقسام (البدني , الحسي , الانفعالي , العقلي , النفسي)

- التعب البدني

ينتج عند أداء النشاط البدني والوصول به الى درجة كبيره من الاجهاد, حيث تحدث تغيرات بيوكميائية ينتج عنها ظهورحامض اللاكتيك في ظروف قلة الأوكسجين في الدم كما في الفعاليات الرياضية التي تؤدى بسرعه كبيره وبأقل زمن (عدو ١٠٠ متر) .

- التعب الحسي

ينتج عند استخدام الحواس لفترة طويلة من الزمن بدون راحه , كما في الرماية .

- التعب الانفعالي

يحدث عندما يتسابق اللاعب مع منافسين على مستوى كبير ويخشاهم , مما قد يؤثر على قدرته في الأداء , أوعندما ينتهي من مباراة وهو غير راضٍ عن نتيجتها بسبب سوء تحكيم أوعدم تعاون الفريق .

- التعب العقلي

يحدث في الالعاب التي تحتاج الى عمل الجهاز العصبي بتركيز عالي ولفتره طويله , كما في الشطرنج .

-التعب النفسي

يحدث عندما يكون هناك خلل او اصابه بمرض نفسي عند اللاعب .

رابعا - انواع التعب حسب التعويض في الطاقه
يشمل (التعب التعويضي وغير التعويضي)

- التعب التعويضي

عند هذا النوع من التعب يبقى مستوى القابلية البدنية محافظا عليه , بسبب تحفز الجهاز العصبى المركزى مع توتر شديد فى أجهزة الجسم الاخرى (الجهاز العضلى , الأوعية الدمويه واالقلب والجهاز التنفسي), حيث يتم التغلب على الشعور بالتعب , عندما لاتوجد ضروره للتعويض , وفي نهايته تظهر اللااقتصاديه في العمل العضلي ,حيث تشترك وحدات حركيه كثيره , وتفقد الطاقة بشكل كبيرفي العمل , مع حدوث تغييرات كبيره فى الحركة , **يمر التعب التعويضي أو(التعب المستتر) بثلاث مراحل** هي :

- -مرحلة **التغلب الاعتيادي على الشعور بالتعب** ،عندما لاتوجد هناك ضرورة للتغيرات التعويضية .

- **المرحلة اللاقتصادية للعمل** حيث (تشترك فيها الوحدات الحركية الفعالة والثانوية)
- **مرحلة التعويض الحركي** للتعب .

- التعب الغير التعويضى

يتميز بانخفاض القابلية الوظيفيه , ولا يستطيع الرياضى السيطرة على هذه الحالة حتى و ان استخدم كامل قابليته البدنيه , ومن المعروف ان امكانيات الجسم التعويضيه محدوده لذلك تهبط السرعه في مراحل العمل النهائيه رغم زيادة تردد الحركه , وفى هذا النوع من التعب تنشط العرقلة الكامنة فى المراكز العصبية والتى تقود بالتالى الى ايقاف نشاط الرياضى .

قياس التعب

يمكن قياس التعب من مظاهره الخارجية عن طريق **, قلة كمية العمل الميكانيكي** المؤدي وحيث ان التعب هو محصلة التغيرات التى تحدث في مختلف الأعضاء والأجهزه الجسميه خلال فترة أداء العمل البدني , والتي تقود في النهاية الى استحالة استمرارها , تتصف حالة التعب **بانخفاض حالة الأداء** الذي يظهرفي الأحساس الشخصي بالتعب, في حالة التعب **تفقد القدره على المحافظة على مستوى الشدة المطلوبة أوتكنيك الأداء أو وفقدان الاستمراريه في الاداء .**

درجات التعب

تختلف الحركات المختلفة فى درجة التعب , فمثلا الحركات الايقاعية تسبب تعبا أقل من الحركات التى تتطلب شد ذهنى , والتى تستوجب أثناء تأديتها تغيرات في (القوة والمدى والاتجاه) حيث تسبب تعبا أكثر , وقد يكون التعب العضلي ناتج عن حمل التدريب **ويقسمه فولكن في خمس درجات وكمايأ تي :-**

الدرجة الأولى من التعب

التعب الذي يظهر بعد تدريب **عادي متوسط الشدة** , حيث يشعر اللاعب بتعب بسيط سرعان مايزول بعد فترة زمنية قليلة , ولايسبب هذا النوع من التعب أي هبوط في المستوى البدني اوالمهاري للاعب , وهو كثير الحدوث عند الرياضيين وخصوصا المبتدئين منهم .

الدرجة الثانية من التعب

يظهر هذا النوع من التعب عندما يكون اللاعب دون المستوى في اللياقته البدنيه , وبعد أداء وحدة تدريبية بحمل أقصى أواقل من الأقصى , وتعد هذه من درجات التعب الحاد والذي له تأثير فسيولوجي سلبي على اللاعب , و يتمثل بزيادة في معدل ضربات القلب وارتفاع في ضغط الدم , وقد يؤدي الى اختلال في عمليات التمثيل الغذائي وهذه التغيرات الفسيولوجية تسبب انخفاض الكفاءة البدنية والقوة العضلية .

الدرجة الثالثة من التعب

تظهر عندما ينتهي اللاعب من وحدة تدريب ذات شدةعالية أومنافسة قوية وعندما يكون اللاعب غيرمؤهل لها , أوقد يكون أدائه في المنافسة بعد مرض أوحالة نفسية واجهت اللاعب ولم يشف منها بعد , ويلاحظ خلل في الآجهزة الوظيفية للجسم والتي تؤدى الى عدم استقرارالمستوى والاصابه بالاجهاد حيث تسمى هذه الدرجة (درجة الاجهاد).

الدرجة الرابعة من التعب

تظهرعندما يكون حمل التدريب غيرمقنن والناتج عن عدم الانسجام بين مكونات الحمل من شدة وراحة وحجم والخاص بالوحدات التدريبية , مع عدم الالتزام بالتدرج بحمل التدريب , أو الاشتراك في عدة منافسات , ويسمى هذا النوع من التعب (تعب التدريب الزائد) والناتج عن الحمل الزائد .

الدرجة الخامسة من التعب

تظهرعند وصول اللاعب الى حالة اللامبالاة والتي يصحبها ارق زائد وألام مختلفة وخفقان في القلب واختلال في الوظائف الحيوية للجسم , حيث تعد هذه الدرجة من الحالات المرضية التي تصيب اللاعبين ,وهي صفة ظاهرة عند اللاعبين الذين يعانون من عدم استقرارالجهاز العصبي , وتسمى هذه الدرجة من التعب بحالة (الاعياء العصبي) .

اسباب تأخر ظهور التعب عند الرياضي

يتأخر ظهورالتعب عند الرياضي لعدة أسباب منها :

- تناسب كمية الدم الواصلة للعضلات العاملة مع كمية المجهود الذي يقوم بأدائه .
- قدرة الأوعية الدموية على الأتساع بسرعة لسد حاجة العضلات .
- وجود مواد الطاقه بوفرة في العضلات .
- توافق الجهازين العضلي والعصبي (التوافق العضلي العصبي) .
- ازدياد القوة الميكانيكية للعضلة .

- الاقتصاد في الطاقة لمعرفة الاتجاهات ومسارات الحركات المختلفة نتيجة لمعرفة اللاعب السابقة بالحركات .

العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه

- التعب عند الجهد المنظم الدائري ذو الشده القصوى

كما في الجري لمسافات قصيره التي يستمر الجهد فيها لفتره لاتزيد عن (٢٠-٣٠ ثانيه) , حيث يظهر التعب بشكل سريع جدا , وذلك **بسبب التغييرات الوظيفية الكبيره التي تحدث في المراكز العصبية وفي العضلات المشاركه في الجهد** , حيث ان العرقله في وظائف الاعصاب في خلايا النخاع الرأسي تسبب انخفاض حركته العضلات وبالتالي انخفاض القابليه الوظيفيه للرياضي.

النشاط العضلي في جري المسافات القصيره يعتمد على الطرق اللاهوائية لتوفير الطاقه اللازمه لنشاطه , والتي تسبب **تجمع حامض اللبنيك والحوامض الاخرى مما تحفز الانسجه العضليه وعدم استقرارها وتخفض من فترة ارتخائها** , لذلك تقل سرعه الحركه عند الرياضي .

- التعب عند الجهد المنظم الدائري ذو الشده تحت القصوى

كما في جري المسافات المتوسطه حيث يستمر الجهد لفتره (٣-٥) دقائق , وان النشاط الشديد للعضلات , وكذلك نشاط الاعصاب الكبير يسبب ضيق في نشاط المراكز العصبيه ويخفض من قابليتها الوظيفيه .

عند العمل بشده تحت القصوى يتجمع دين اوكسجيني كبير يصل الى (٢٠-٢٢ لتر) وتمثيل المواد في العضلات يجري بشكل كبير بالطرق اللاهوائيه .

ان تمثيل الحوامض يزداد عند الراحه (١٥- ٢٠) مره بالمقارنه مع وقت الجهد , بحيث يتجمع الدم وسوائل الانسجه وبشكل سريع , وينخفض نشاط الوظائف في المراكز العصبيه , ويصبح نشاط الجهاز التنفسي والدوره الدمويه غير كافي مع انهما يعملان بكامل طاقتهما الوظيفية , وذلك لان **النقص الاوكسجيني الكبير** يسبب حدوث تغيرات كبيره في العضلات وكذلك في البيئه الداخليه للجسم , ولذلك ان سرعه ظهور التعب في العمل ذو الشده تحت القصوي مرتبط بضيق **المراكز العصبيه والتوتر الحاصل في الجهازين التنفسي والقلب , كذلك التغييرات الكبيره في البيئه الداخليه للجسم وفي انسجه العضلات .**

<u>التعب عند العمل المنظم الدائري ذو الشده العاليه</u>

كما في جري المسافات الطويله , عند هذا العمل يتم النشاط العضلي وفق حاله الاستقرار الكاذبه , ولكون مجال العمل في هذه المسافات كبير (الفتره الزمنيه) لهذا يكون طلب الاوكسجين كبيرا ايضا ويظهر دين اوكسجيني كبير (١٢- ١٦) لتر, ورغم ان الدين الاوكسجيني اقل من حاله التمارين ذات الشده تحت القصوى ولكنه يؤثر على الجسم لمده اطول .

ان **النقص الاوكسجيني الكبير وكذلك التوتر في وظائف اجهزة التنفس والدوره الدمويه يسبب ظهور التعب ,** ولكن تحلل نواتج المواد الغير مؤكسده في الدم ,وكذلك **انخفاض افرازات الغدد للهرمونات في الاجهزه الداخليه وخاصه فوق الكليتين الكظريه** (التي تحافظ على البيئه الداخليه للجسم باستمرار) هي التي تلعب الدور االكبير ظهورالتعب وزيادته.

<u>التعب عند العمل المنظم ذو الشده المحدوده</u>

كما في المسافات ما فوق الطويله , حيث يتم النشاط العضلي فيها وفق الحاله المستقره الحقيقية تنجز هذه النشاطات خلال عشرات الدقائق اوحتى عده ساعات , ولهذا زيادة التعب عند المسافات ما فوق الطويله ضئيل .لانه عند اداء نشاط واحد متشابه وباستمرار فان التحفيزات المختلفه في العضلات العامله تحدث تأثيرا رتيبا على الخلايا العصبيه ,

فتسبب انخفاضا في قابليتها الوظيفيه , ولكن في نهايه العمل يحدث اختلال التوافق الحركي .
للتعب علاقه كبيره ايضا بشده الجهد المسلط على اجهزه الاوعيه الدمويه والقلب والجهاز التنفسي , لذاعند العمل بشده محدوده **تنخفض نسبه السكر** في الدم والتي تعد السبب الرئيسي في انخفاض القابليه الوظيفيه , كذلك **التعرق الشديد** في جسم الرياضي يسبب اختلال توازن الماء والاملاح المعدنيه .

<u>التعب عند العمل ذو الشده المتغيره في الالعاب الرياضيه(القتال الفردى)</u>

ان تغيير المؤثرات بشكل مستمر تبعا لتغير الحاله من العوامل المهمه لظهور التعب , وان العمل المتوازن يسبب تعبا اقل من العمل المتغير الذي يتطلب السرعه في رفع وخفض الشده.
ان **اداء متطلبات جديده كذلك ترفع وتضاعف التعب** , حيث تتاثر الاجهزه الحسيه وتختل سرعه الحوافز سواء كانت بسيطه او معقده .
ان **نقص وانخفاض الاوكسجين** في اغلب الالعاب (كره السله كره القدم وغيرها..) يسبب انخفاض القابليه الوظيفيه , ويظهر التعب بسرعه عند العمل ذو القوه العاليه المستقره , حيث يقوم الجهاز العصبي المركزي بالدور الرئيسي في الاداء , لانه عند العمل المستقر تسير الحوافز من العضلات المتقلصه بشكل مستمر الى خلايا النخاع الرأسي وخاصه القشره والخلايا العصبيه بدورها تقوم بارسال الحوافز بشكل مستمر الى العضلات لكي تحافظ على تقلصها., لذلك تبقي الخلايا العصبيه في حاله تحفز دائم فلهذا تنمو العرقله .
يحدث التعب عند التقلص الثابت وبسبب **قله الدم في العضلات** يحدث اختلال في التقلص العصبي واما عند التمارين الجمناستيكيه العالية الشده يظهر التعب بسبب **انخفاض قوه العضلات وشدة تحفزها** .
عند ازدياد شدة التعب **تتغير اربطه وصلابه العضلات** , وتقل سرعه تقلصها وانبساطها وذلك نتيجه لتاثير الجهاز العصبي على انسجه العضلات .

ان استخدام تمارين القوه في الجمناستك وفي الساحه والميدان **يسبب خلل في وظائف الاوعيه الدمويه** نتيجه للاجهاد العالي.

الشد العضلي (Muscular Ton)

هو **تقلص جزئي ومرئي خفيف ومستمر للالياف العضليه , وبواسطته تقاوم العضله التمدد وتحافظ على شكلها وصلابتها الطبيعيه** .

يحدث الشد العضلي نتيجة ظاهره انعكاسيه حيث ينتشأ المنبه من العضله وينتقل الى الحبل الشوكي ثم النخاع المستطيل ويرجع بعد ذلك عن طريق الاعصاب الحركيه للعضله .

يعمل الشد العضلي في الجسم على مقاومة الجاذبيه الارضيه واكتساب الانتصاب في القوام , وتشترك عدة عضلات في الجسم في هذه الوظيفه منها (العضله الفخذيه ذات الرؤوس الاربعه ,عضلات الظهر , عضلات الرقبه)

يختلف الشد العضلي عن التقلص العضلي كونه يستمر لفتره طويله وبدون تعب عضلي وهذا يعود سببه الى كون الالياف العضليه في حالة الشد العضلي تعمل بالتناوب عكس حالة التقلص العضلي الذي تعمل فيه الالياف العضليه سويه .

يزداد الشد العضلي عند التعرض الى البروده بينما يقل عند النوم .

ثالثا- مرحلة مابعد الجهد(الراحه والاستشفاء) Rest Recovary and

تحتاج العضله الى الراحه بعد العمل المتواصل , حيث تصاب بالتعب ومن ثم تعاود العمل مره اخرى .

والراحه هي عملية اعادة القدره على العمل العضلي بعد الاصابه بالتعب.

بعد انتهاء الجهدالعضلي واثناء الراحة تظهر على الجسم **بعض التغيرات التي سببها الجهد والتي تتمثل في ما يأتي :**

- ارتفاع في شدة الوظائف القلبية والجهاز التنفسي .
- تغيرات في التركيب والخواص الفيزياوية والكيمياوية للبيئة الداخلية للجسم .

- تغييرات وظيفية في الجهاز العصبي وفي أنسجة العضلات و التراكيب الاخرى .

التغييرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناء الراحه

- **اعادة كمية الاوكسجين** وتأمين وصوله الى العضلات .
- **التخلص من الحوامض** وخاصة حامض ت اللاكتيك, ومعادلة البيئه الداخليه للعضله .
- **اعادة نظيم شوارد البوتاسيوم في الخليه .**
- **اعادة الاحتياطي الغذائي وتجديده عن طريق التمثيل الغذائي .**

تتحدد فترة الراحه حسب شدة ومدة العمل العضلي فالعمل العضلي الشديد يحتاج الى فتره اطول من الراحه والا تصاب العضله من جديد بالتعب بعد القيام بعمل حركي اخر.
الراحة بعد الجهد يجب أن تكون ضمن حدود معينة , لانه بعد الراحة الطويلة تحدث عدة تغيرات فى الجسم والتى بدورها تقود الى انخفاض القابلية الوظيفيه , ومثلما تؤثر الراحة الطويلة على القابلية الوظيفية للجسم كذلك الراحة الغير كافية تؤثر سلبيا على القابلية الوظيفيه , ولهذا فان الفتره المثالية للراحة بين فترات التمرين يجب ملاحظتها بدقه ويجب ان يكون التجانس بين الجهد وموافق لارتفاع القابلية الوظيفيه للرياضى .

الاستشفاء Recovary

هو عملية استعادة وتجديد مؤشرات الحاله الوظيفيه والنفسيه لاجهزة الجسم المختلفه بعد تعرضها لاجهادات او لتآثير اداء نشاط ما,
وتكسب هذه العمليه اهميه كبيره بعد تطور الاحجام التدريبيه وشددها , وما ينتج جراء ذلك من تعب وهبوط في مستوى الاداء والذي ينعكس سلبا على حالة الرياضي الصحيه .
اثناء التدريب تتحول مصادر الطاقه الكيميائيه في عملية التمثيل الغذائي خلال عملية الهدم الى طاقه ميكانيكيه كما تحدث عند الجهد تمزقات في الكثير من الخلايا التي تستوجب اعادة بناء خلال فترة الاستشفاء , لذلك

فآن فترة الراحه بعد الجهد تعد جزء رئيسي مكمل لاحداث التكيف الفسيولوجي اللازم لرفع مستوى الاداء .
اثناء فترة الراحة يتم تجديد احتياطي الطاقة المستهلكه اثناء الجهد , ويبدأ تجديد مخازن الطاقه في العضلات والدم , وهذا يستغرق وقتاً معيناً تبعاً للجهد البدني المبذول اثناء العمل وشدته , وان تجاهل فترة الراحه يؤدي الى تراكم مخلفات التعب مما يعرقل الانجاز , لذلك فآن فترة الاستشفاء لاتقل اهميه من فترة التدريب .

يحدث االاستشفاء (التجديد) على مرحلتين (المبكره والمتأخره) :

- المرحلة المبكرة

تحدث مباشرة بعد انتهاء الجهد, حيث يتم استعادة الوظائف الطبيعية لاجهزة الجسم , وذلك تبعاً لشدة ومدة الجهد وطبيعته .

- المرحلة المتأخرة

تحدث عندما يتطلب أداء الجهد فترة طويلة , مما بسبب بطء في استعادة الوظائف الطبيعة للجسم .

مرحلة التجديد المبكر تحدث بسرعة , أما المرحلة المتآخره فتسغرق وقتا طويلا مثلا تعود سرعة القلب (عدد ضربات القلب) فى الدقيقة الاولى بعد الجهد وبسرعه الى وضعها الطبيعي الذي كانت عليه قبل بداية العمل , و لكن عندما يستمر العمل فترة أطول تعود ببطء الى الوضع الطبيعي .

تنظيم عملية الاستشفاء

يلعب التنظيم الوظيفي فى الجهاز العصبى المركزى دور مهما فى عملية الاستشفاء ,.ولايتم التجديد فى وظائف الجسم بوقت واحد وانما بالتدريج , ولهذا تتجدد الوظائف الحركية والانمائية عند الرياضين بصورة تختلف احداهما عن الاخرى وحسب نوع النشاط الممارس . وغالبا ماتعود سرعة التنفس الاعتياديه اولا و من ثم يعود النبض الى وضعه الطبيعي أما قوة العضلات تبقى بمستوى منخفض لفترة طويلة (

أحيانا أكثر من ٢٤ ساعة) و كذلك الصفات الحركية الاخرى والوظائف الجسميه , لان تجديد القابلية الوظيفية لا يتم بوقت واحد ومن الصعب تقويم فترة التجديد فى أجهزة الجسم و خاصة في (أجهزة القلب و الجهاز التنفسى)

ينظم الجهاز العصبي عملية الاستشفاء لمواد الطاقه , حيث يتجدد ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP فى العضلات بشكل سريع أما فوسفات الكرياتين فأبطأ منه ومن ثم الكلاكوجين و البروتينات .تجديد أيونات الهيدروجين وأحتياطى الكاربوهيدرات فى الدم يتم قبل رجوع كمية كريات الدم البيضاء والاقراص الدموية الى الوضع الطبيعى الذي كانت عليه ماقبل الجهد.

يجب ان تكون فترة الراحة كافية لاستعادة الشفاء وان كل من الراحة الغير كافية والطويلة تؤثر بشكل سلبي على استعادة القابلية الوظيفيه .

تقويم حالة الاستشفاء

بعد الجهد العضلى يتم فقدان الكثير من الطاقة في الجسم , ويتم استشفاء وتجديد القابلية الوظيفيه عند ذلك بأشكال عدة , ففى البداية التي تتميز الحاله بانخفاض فى نسبة النشا الحيوانى (الكلاكوجين) و من ثم تعود النسبه الى المستوى الاولى ومن ثم تتتغير الى مرحلة فوق التجديد (التعويض الزائد) , بعد ذلك يتم تجدد الكلاكوجين من جديد و يرجع الى الوضع الذي كان عليه قبل الجهد .

عند استعادة مستوى التمثيل الغذائي ورجوع قوة العضلات وبقية الصفات الحركية والوظيفيه, يلاحظ حالة انخفاض هذه القدرات في الوضع الجديد ولهذا بعد انتهاء الجهد العضلى وبعد فترة من الزمن تتظهرحالة الاستشفاء في القابلية الوظيفيه و تعود الى الحالة الاولى ما قبل الجهد ,

عند المقدرة على تكرار النشاط العضلي بنفس القابلية الوظيفيه أو بشكل افضل يدل ذلك على الاستشفاء وفترة الراحة بكانت يتوافق والجهد العضلى المبذول.

يمكن أيضا الحكم على القابلية الوظيفيه من خلال قيم الانجاز الرياضي ,وكذلك يتم تقويم الحالة الوظيفية عن طريق دراسة رد فعل الجسم

بـأجراء الاختبـارات الخاصـه التـى تـؤدى قبـل الجهـد البـدنى و بعـد ه أى فتـرة الراحـة قمـن خـلال قياسـات (النـبض pwc170 vo_2 max، ،والسـعة الحيويـة والاختبـارات الاخـرى) وكثيـرا مـا يعتمـد أختبـار القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين بعد الجهد البدنى القصوي الذي تنخفض غالبا عند الرياضى بعد الجهد ويسبب هبوط القابلية البدنية والتي (ترتفع في نهايه التدريب مما يؤدي الى أرتفاع القابلية البدنية والوظيفيه) .

هنـاك اختبـارات يـتمكن المـدرب مـن اسـتخدامها ميـدانيا أثنـاء التـدريب لتحديد أستعداد جسم الرياضى للعمل مثل قياس سرعة القلب (النبض) حيث يقاس النبض قبل الجهد وخلاله وحال انتهاءه أو بعد فترة أنتهائه بوقت معين ,ومن خلال سرعة انخفاض النبض يمكن الحكم على سير عملية الاستشفاء واستعداد الجسم للعمل القادم.

استشفاء القابلية الوظيفيه بشكل غير تام يقود الرياضى الى التعب الشديد والاجهاد. وخاصه عند تكرار العمل البدنى عالي الشده .

يختلـف الرياضـى فـى القابليـة علـى اسـتعادة الوظـائف و القابليـة علـى الاستمرارفى الجهد و ذلك تبعا لخصوصية الرياضى والنشاط الممـارس , ولكن عند ارتفاع مستوى التدريب يكون اشتشفاء الوظائف أسرع .

<u>العوامل المؤثره في عملية الاستشفاء</u>

هناك عدة عوامل تؤثر في سرعة الاستشفاء منها :

- **مستوى التدريب الرياضى** .
- **خصوصية وشدة ومدة استمرار العمل** (الجهد العضلي)
- **الخصوصـيات الفرديـة و الحالـة الانفعاليـة والنفسـية . و العوامـل الاخرى.**

تتم عملية الاستسفاء عند العمل ذو الحجم المحدود بسرعة بالمقارنة مع العمل ذو الحجم الكبير و الشدة العاليه,

- **تكـون عمليـة الاستشـفاء عنـد الرياضـيين المتـدربين افضـل وأسـرع بكثير من غير المتدربين .**
- **تبطـأ عمليـة الاستشـفاء فـى الجـو الحـار وعنـد الرطوبـة العاليـة والضغط الواطى**

الوسائل المسرعة للأستشفاء

- الراحه الايجابية
- المواد المنشطة
- المساج
- التفذية الصحية
-الغازات(استخدام الاوكسجين)
- البيئة المائية
- النوم الكافي

المبحث الثاني

التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء والاجهزه اثناء الراحه والجهد العضلي

ان للتدريب أغراض متعددة منها تربوية و أخرى بايولوجية , وتعدعملية التدريب عملية بناء وتربية للفرد وفق الصفات الخلقية العالية وتنمية الذكاء والإرادة القوية والانضباط العالي , ومن الناحية البايولوجية فان التدريبات الرياضية عملية تكيف الفرد مع النشاطات العضلية الشديده حيث تتطور القوة و المقاومة والصفات البدنيه الاخرى والحاله الوظيفيه.

ان التغيرات التي تحدث جراء التدريب هي تغيرات بيوكيمائية أساسا , وكما ذكرنا في الفصول السابقة أن التغييرات تشمل العضلات والدم وفي الأنسجة و الأعضاء الأخرى .

دليل التدريب عند الراحه

عند التدريب المستمر تلاحظ عدة تغييرات والتي تحدث بسبب تكييف الاجهزه والاعضاء الجسميه لحمل التدريب والتي **تظهر في وقت الراحه منها** :

- التغيرات في العظام

عند الراحه وبتأثير التدريب تحدث **عدة تغيرات في تركيب العظام** حيث يزداد سمكها و خاصة في أماكن اتصال العظام بالعضلات .

- التغيرات في العضلات

- **ازدياد في كتلة وحجم العضلات** ان ارتفاع مستوى التدريبات الرياضية بسبب الناتج عن تبادل وتمثيل المواد في العضلات العاملة , وهذه الظاهرة تكون ملحوظه أكثر عند اداء تمارين القوة .

- **يزداد نشاط الدورة الدموية فى العضلات** مما يحسن تغذيتها وتزويدها بكميات الأوكسجين اللازمة .

- **يزداد ويرتفع مستوى المواد المنتجة للطاقة** فى العضلات مثل فوسفات الكرياتين وغيرها والضروريه لانتاج ثلاثي فوسفات الأدتوزين عند ارتفاع مستوى التدريب.

- **يزداد الميوكلوبين** (هيموجلوبين العضلة) والذي يزود العضلات بالأوكسجين و هذا أيضا **مما يننشط الأنزيمات** و التي تعجل في بناء ثلاثى فوسفات الأدنوزين .

- **تزداد القابلية التقلصية للعضلات** و درجة تحسس العضلة و مرونة الجهاز العصبي و العضلي .

- التغيرات فى الطاقه

- **يزداد احتياطى الكربوهيدرات فى الجسم** , و يزداد أيضا الكلاكوجين فى الكبد و خاصة فى العمل العضلى الذى يستمر لفترة طويلة .

ان فقدان الطاقة عند الرياضين المتدربين جيدا فى حالة الهدوء النسبى تكون عادة منظمة ويزداد فقدان الطاقة أكثر عند العمل الشده العاليه وفى المنافسات .

- التغييرات فى الجهاز التنفسى

- يؤدى التدريب الرياضى الى نمو العضلات التنفسيه مما يزيد من السعة الرئوية القصوى .

- تسبب التدريبات الرياضية انخفاض في سرعة التنفس أثناء الراحة ويصل تقريبا الى (٦ -٨) مره فى الدقيقة الواحدة **, كما يزداد عمق التنفس .**
- كلما ازداد مستوى التدريب فان **استخدام الاوكسجين فى وضع الراحه يتغير بشكل غير ملحوظ** و يتراوح بين(**٢٠٠-٢٥٠)** لترفى الدقيقة .

<u>- التغييرات فى القلب والدوره الدمويه</u>

إن تقلص العضلات يؤثر على تركيب ووظيفة القلب والأوعية الدموية حيث يؤدي الى :- - **يزداد حجم القلب عند الرياضيين** بسبب زيادة حجم عضلة القلب , و إن حجم عضلة القلب عند الرياضي أكبر بمقدار(٣٠-٤٠%) بالمقارنه مع قلب غير الرياضي .
إن زيادة حجم عضلة القلب **تسبب زيادة فى التجويف الداخلي للقلب** أيضا مما يقود **إلى قوة التقلص القلبي** و لذلك ترتفع القابلية التقلصية للقلب و **حجم الدم المتدفق خلال الدقيقة - سرعة الضربات القلبية أقل في وقت الراحه** عند الرياضيين الذين يمارسون النشاطات لفترة طويلة (تمارين المطاولة) .
- عند زيادة التدريبات **يزداد حجم الدم أثناء التقلص القلبي** وتقل سرعة الضربات القلبية و التى يرافقها انخفاض محدود الحجم في تقلص القلب ,وهذه الدلائل تعنى الاقتصادية العالية للقلب الرياضي أثناء النشاطات فى وضع الراحه .ويقل حجم الدم المتدفق بالدقيقة .
- عند الراحه لايختلف الضغط الدموى عند الرياضين عن غير الرياضين , وعند زيادة التدريب الرياضى لاتلاحظ تغيرات كبيرة بالضبط الانقباضى , ولكن الضغط الانبساطى عند الرياضيين المتقدمين ينخفض .
- يزداد حجم الدم عند الرياضيين في التدريب المنتظم , وتزداد أيضا كمية كريات الدم الحمراء و الهيموجلوبين , وان زيادة الهيموكلوبين فى الدم ترفع السعة الأوكسجينية .

<u>دليل التدريب عند الجهد المنتظم</u>

ان النشاط العضلى المنتظم يؤدى الى سلسلة فى التغيرات البيوكيمائية و التى تحدث بصورة مباشرة في المايوسين والاكتومايوسين والمواد الاساسية الاخرى التي تساهم فى عملية تقلص العضلة , وتشمل كذلك الطاقة ومصادرها .

- ان النشاط العضلى **يؤدى الى ارتفاع كفاءة عمليات الأيض و نشاط الانزيمات واعادة بناء مصادر الطاقة المستلكه خلال الجهد و بمستوى يفوق مستواها الاصلى (فوق التعويض)** وان تكرار التمرين يؤدى الى زيادة فى البناء بشكل كبير مما يقود الى زيادة نشاط الانزيمات بشكل أكبر .

- ترتفع **كمية المايكلوبين (هيموجلوبين العضلة)** نتيجة التمرينات المنتظمة , و التى تقوم بنقل الأوكسجين كأحتياطى , كذلك تزداد **كمية الاملاح المعدنية والمواد العضوية** التى تعمل كمنشط لعمل الانزيمات .

- **تزداد كمية المواد التى تستخدم لبناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة** مثل الكرياتين .

- ان النشاط العضلى يؤدى الى **زيادة نشاط القلب وهذا يؤدى الى ارتفاع شدة عمليات الأيض فى عضلة القلب** .

ان اعادة ثلاثى فوسفات الأدنوزين فى عضلة القلب يتم بالطرق الهوائية على الأغلب و بالأكسدة المصحوبة بفسفسرة, .وان عضلة القلب تبقى دائما على مستوى ثابت تقريبا من ثلاثى فوسفات الأدنوزين و الذى تحصل على مواده الأولية من الدم ., **كذلك كمية الكلاكوجين الموجودة فى عضلة القلب لا تتأثر تقريبا ولا تستخدم عند نشاط العضلى** ,ولكن مستواها ينخفض عندما يستمر النشاط لفترة طويلة جدا , وعندما يكون الجهد شديد ولفتره طويلة (عدة ساعات) .

ان تحفيز الانزيمات التى تساهم فى عملية أيض الكربوهيدرات اثناء النشاط العضلى **يساعد القلب على الاحتفاظ بكمية الكلاكوجين** , وان تحفيز هذه الانزيمات يؤدى الى تمثيل كبير للكلوكوز وحامض اللبنيك و يؤدى الى ارتفاع فى كمية المايوكلوبين (هيموكلوبين العضلة).

دليل التدريب عند الجهد الشديد

تشتمل ما يلى : -

ـ تدريبات االجهد الشديد والسريع

يدوم هذا الجهد لفترة قصيرة حيث تتم اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدنوزين كما ذكرنا سابقا بالطرق اللاهوائية وخاصة فى بداية التمرين , ولهذا يؤدى هذا النوع من التدريب الى **تقوية الطرق اللاهوائيه لانتاج الطاقه , وبذلك تتكيف أعضاء الجسم للعمل تحت ظروف نقص الأوكسجين .**

خلال هذا النوع **من التدريبات (اللاهوائيه) ستضعف عملية بناء البروتين** وتزداد عملية هدمه بسبب قلة كفاءة الطرق اللاهوائية فى عمليات اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدنوزين ,.وبذلك تكون كمية البروتين المستهلك أكبرمن تلك التى يعاد بناؤها , ولذلك تتناقص كميته فى العضلة .

أما عند الراحة **فيعاد بناء البروتين فى العضلة بكمية أكبر من الكمية التى أستهلكت أثناء التمرين أى حالة فوق التعويض ,** لذا ستفوق كمية البروتين فى العضلة المستوى الاصلى الذى كانت عليه قبل التمرين , وينتج عن ذلك زيادة فى كتلة العضلة , وهذا يعنى زيادة المايوسين وبالتالى زيادة فاعلية ثلاثى فوسفات الأدنوزين .

ان هذه التدريبات تؤدى الى زيادة القوة و السرعة وكذلك وبشكل محدود المطاولة , عند توجيه التدريب الى تطوير السرعة والتغلب على الاجهاد العنيف سيؤدى ذلك الى زيادة القوة , ومن ناحية أخرى فان اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدنوزين أثناء فترة الراحة يتم بطرق هوائية تأكسدية أى يتم بطريقة الأكسدة المصحوبة بالفسفرة مما يؤدى الى توسيع امكانية الاستفادة من الطريق الهوائى في الأعضاء من أثناء التدريب مما يساعد على تطوير المطاولة.

ـ تدريبات المطاولة

يسود الطريق اللاهوائى فى بداية النشاط العضلى لبناء ثلاثى فوسفات الأندوزين , ولكن يستغرق هذا الطريق لفترة قصيرة وليس له أى تأثير على التغيرات البيوكيمائية التى تحصل فى الأعضاء نتيجة هذا النوع من التدريب .

عن**د استمرار التدريب تسود الطرق الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين** وبذلك تستهلك كمية كبيرة من كلاكوجين الكبد , أما عملية هدم البروتين وإعادته فتكون في حاله توازن أثناء عمليه التدريب ولا تتغير كميته في العضله , ولهذا فان تدريبات المطاولة تهدف بالأساس إلي تطوير وتحسين إمكانيات العمليات الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين وزيادة احتياطي الكلاكوجين في الكبد , وهذا يعني تهيئة الاسس البيوكيمائية للمطاولة لاداء الجهد لفتره طويلة , علما ان تدريبات المطاولة لا تؤدي الى تطوير الاساس البيوكيمائية لزياده القوة او السرعه.

ـ تدريبات القوة

تؤدي تمارين القوة الى زيادة شديدة في **بناء بروتين العضله**, ولهذاتزيد من كتله العضله وكذلك **تسبب زيادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين** مماتؤدي الى تحسين الاسس البيوكيمائية للقوة , وعادة تصاحب تمارين القوة الطرق اللاهوائية في عمليه اعادة بناء ثلاثي فوسفات الادينوزين ,ولهذا فان تمارين القوة تؤدي الى تطوير الطرق اللاهوائية في اعادة بناء ثلاثي فوسفات الادينوزين , ولذلك هي بالتالي تؤدي الى **تطوير خاصية السرعة,** أي انها تهيء الاسس البيوكيمائيه التي تساعد على زياده السرعه ,علما ان دور هذه التدريبات في تحسين الطرق اللاهوائية محدود جدا .

خصائص ومبادىء اعادة التدريب

يشمل اربعة مباديء هي :

المبدا الاول ـ اعاده اداء التمارين

عند النشاط العضلي يحصل هدم في المواد المختلفة , وبنفس الوقت يصاحب ذلك اعاده بناء لهذه المواد وخاصة في فتره الراحه , حيث تكون اعاده البناء كبيره وتحصل حاله فوق التعويض , ولكن حاله فوق التعويض ستعود الى مستواها الطبيعي قبل التدريب بعد فتره قصيرة , ولهذا فان **اداء التمرين لمرة واحده لا يستطيع ادامه تاثير التدريب الرياضي** , ولهذا لابد من اعادة التمارين لاجل رفع قابلية انجاز الرياضي , ولكن اعادة التمارين تتم وفق المبادئ التالية .

المبدا الثاني ـ انتظام تعاقب اعاده التمارين

يعني ذلك **اعاده التمارين وفق الاسس البيوكيمائيه** , بحيث يؤدي الى رفع قابلية الانجاز . وينبغي ان تكون اعاده التمرين في فتره فوق التعويض , أي ان التمرين الثاني يعقب التمرين الاول في خلال فتره اعاده البناء العضوي , وبهذه ا لطريقه يحصل تطوير فعال في القدرات الوظيفية للاعضاء .

عندما يبدا التدريب الثاني في فتره التعويض الغير متكامل لما تهدم اثناء اجراء التمرين الاول , فسيؤدي ذلك الى الاجهاد والاعياء وهبوط في القدرات الوظيفية .وفي حالة اعاده التمرين بعد زوال تاثير التمرين الاول , أي عوده المواد الى مستواها الاصلي قبل البدء باجراء التمارين فهذا لايؤدي الى حصول تطورفي القدرات الوظيفية للجسم .

المبدا الثالث - العلاقه الصحيحه بين العمل والراحه

ان عمليه انتظام تعاقب اعاده التمارين بالصوره الصحيحه حسب المبدا الثاني المشار اليه ليست عمليه سهله , حيث ان غالبا ما يحصل ان تكرر التمارين اثناء التدريب في فتره عدم الاسترجاع الكامل للمواد التي استهلكت اثناء اداء التمرين الاول .

عند التمارين المتتاليه مثلا تثبت فتره الراحه وتزداد شده التمارين تدريجيا , او تثبت شده الجهد مع تخفيض فتره الراحه بشكل تدريجي , وهذه الطرق تجعل الاعضاء في حاله تكيف على اداء الاجهادات في فتره عدم الاستعاده الكامله للمواد التى استهلكت اثناء اداء النشاط ,

وبالتالي تحدث تكيف في اعضاء الجسم للعمليات البيوكيمائيه, وحاله التكيف هذه ينبغي ان تكون تدريجية , **وان تكون فتره الراحه مناسبه بحيث يكون تدريب المرحله الثانيه ضمن فتره فوق التعويض .**

ان قيم حالة فوق التعويض ومدتها تكون متباينه ومختلفه حسب الجهد الرياضي المبذول .

ان اداء اي تمرين بدني يحتاج الى فتره راحه معينه تعتمد على نوع التمرين والاجهاد الذي يسببه , ومن ناحيه اخرى فان حاله فوق التعويض لمختلف المكونات الكيميائيه الحيويه للعضله وللأعضاء الأخرى خلال العمل الواحد تظهر بفترات زمنية مختلفة , وان طول فترة الراحة تعتمد على الغرض المطلوب, فمثلا اذا كان الغرض زيادة كمية الكرياتين يحتاج ذلك الى راحة قصيرة بين تدريب واخر لان الوصول الى فوق مستوى كمية فوسفات الكرياتين فى العضلة يكون سريع نسبيا , أما اذا كان الغرض هو زيادة احتياطى الكلاكوجين فتكون فترة الراحة أطول لان الوصول الى فوق مستوى كمية الكلاكوجين الاصلية يكون أبطا ولكنه يستمر لمدة أطول , أى تبقى كمية الكلاكوجين أعلى من المستوى الذى كان عليه قبل العمل لفترة أطول.أما البروتين فيستغرق مدة أكثر من الكلاكوجين, ولذا يتطلب فترة راحة أطول لأعادة بناءه , كل هذه العوامل تلعب دورا كبيرا فى تطوير الصفات الحركية فى عملية التدريب مثل السرعة و القوة و المطاولة .

المبدأالرابع / الزيادة التدريجية للجهد

ان قيمة وشدة استهلاك المواد أثناء النشاطات الرياضية يحدد قيمة ومدة للوصول الى حالة فوق التعويض وفترة استمرارها , وان شدة استهلاك المواد تتناقص تدريجيا بارتفاع مستوى التدريب وذلك بسبب تكيف العضلات للاجهادات المختلفة ,ولهذا فان **الوصول الى حالة فوق التعويض تتم فى وقت أقصر مع استمرار التدريب والارتفاع التدريجى لمستوى التدريب ,** وهنا تبرز أهمية هذا المبدأ فى الزيادة التدريجية عند التدريب .

و مما سبق يتضح أن التدريب الرياضى دائما يكون مصحوب بتغيرات كيميائية حيوية , وهذه التغيرات تحدث أثناء اداء التمرين وفى فترة الراحة , وان عملية التدريب تصحبها عمليات هدم و بناء وتعويض وفوق التعويض , ولذا يجب أن تؤخذ الاسس البيوكيميائية وفق مبادئ التدريبات الرياضية بنظر الاعتبار والتى هى الاساس فى عمليات التدريب الرياضي .

المبحث الثالث
اعداد الرياضي في البيئات المختلفه

اولا - إعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية

تستخدم التمرينات في المرتفعات لغرض **رفع القابلية البدنية والوظيفية** ولإغراض **الاستشفاء** كذلك **كنوع من الراحة الإيجابية** .

مميزات المناطق الجبلية

للمناطق الجبليه خصوصيات عدة يمكن إيجازها فيما يأتي :

- إنخفاض الضغط الجوي .
- إنخفاض الوزن الجزئي للأوكسجين .
- ارتفاع نسبة الاشعاع الشمسي بنوعية الاشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية (ترتفع ١% لكل ١٠٠متر ارتفاع) .
- نظافة الهواء وصفائه وشفافيته .
- انخفاض درجة حرارة الهواء اثناء الليل
- سرعة الهواء اكثر من مستوى سطح البحر , وهذا بسبب البروزات الجبليه الذي تتغير بتأثير ارتفاع الجبال بشكل تدريجي.
- حالة الجو الكهربائية وكذلك كمية الايونات والعلاقة الإيجابية والسلبية فيما بينها في الأماكن الجبلية لها خصوصية وتكون تبعاً

لبـروز المنطقـة المحيطـه ونقـاوة الهـواء والعوامـل الاخـرى وهـذه الخصـائص متجمعـة تـؤثر علـى الجسم وبشـتى الاتجاهـات وذلـك تبعـاً لأرتفاع وخصوصية المكان .

<u>الضغط الجوي والمرتفعات</u>

عنـد الارتفـاع عـن مستوى سطح البحـر **يحـدث إنخفـاض فـي الضـغط الجـوي حيـث يـنخفض حـوالي (٣٠-٣٥) ملم/زئبـق لكـل ٤٠٠-٥٠٠متر/ ارتفـاع** وتبعـاً لـذلك يحدث هبوط في مستوى الغازات التـي تدخل في تركيب الهواء ، وتنخفض كمية الأوكسجين في هواء الاسناخ (الحويصـلات) الرئويـة ونظـراً لإنخفـاض نسـبة الضـغط الجزيئـي للأوكسـجين فـي هـواء الحويصـلات الرئويـة يقـل الأوكسـجين فـي هيموغلـوبين الـدم وتبعـاً لـذلك تقـل كميـة التهويـة التـي تـدخل للأنسـجة العضـوية ممـا يسـبب خلـل فـي العمليـات الأوكسـجينية ويحـدث ديـن أوكسجيني .

وعلـى ارتفـاع ١٠٠٠- ٣٠٠٠ متـر (الارتفاعـات المتوسـطة) يعـوض النقص الأوكسجيني عن طريق زيـادة عمل الجهاز التنفسـي والأوعيـة الدمويـة والقلـب حيث ترتفـع كميـة الـدم إضـافة إلـى إسـتجابات جسـمية أخرى .

<u>ويمكن ظهور الاعراض الأتية في الارتفاعات</u>

- **ارتفـاع ١٠٠٠ متـر** يلاحـظ إنخفـاض محـدود فـي القابليـة الوظيفيـة للرياضي .
- **ارتفـاع ٢٠٠٠ متـر** وأكثـر يظهـر إنخفـاض ملحـوظ فـي القابليـة الوظيفية للرياضي فـي النشـاطات الرياضـية التـي تتطلـب أوكسـجين عال ,وخاصـة التي رياضات المطاولة ، أما الأنواع الرياضـية التـي تعتمد النظام اللاهوائي في انتـاج الطاقـه فـإن القابليـة الوظيفيـة تتـأثر بشكل غير ملحوظ
- **ارتفـاع ٣٠٠٠ متـر وأكثـر (الجبـال العاليـة)** وتبعـاً للـنقص الأوكسجيني يلاحظ عادةً عدة اختلالات وظيفية في الجسم .
- **إبتداءاً من ارتفاع ٤٠٠٠-٥٠٠٠ متر** ونظراً للنقص الأوكسجيني الحاد يحدث ما **يسمى بمرض الجبال** .

وفيما يأتي جدول (١١) يبين الارتفاعات ومقدار الضغط الجوي والضغط الأوكسجيني في الهواء الجوي والحويصلات الرئوية .

:

الارتفاعات (كم)	الضغط الجوي ملم/زئبق	في الهواء الجوي	في هواء الحويصلات
صفر	٧٦٠	١٥٩	١٠٥
١	٦٧٤	١٤٠	٩٥
٢	٥٩٦	١٢٥	٧٥- ٩٠
٣	٥٢٦	١١٠	٦٢
٤	٤٦٢	٩٨	المتوسط- ٥٠
٥	٤٠٥	٨٥	المتوسط- ٤٢

جدول رقم (١١) يبين الارتفاعات ومقدار الضغط الجوي والضغط الأوكسجيني في الهواء الجوي والحويصلات الرئوية

التدريب فى المرتفعات

تؤدى التدريبات على ارتفاع (١٠٠٠- ١٢٠٠ و ١٥٠٠- ٢٥٠٠) متر في الجبال

وللأهداف الأتية :

- إعداد مباشر للمنافسة حيث تؤدى في مناطق جبلية متوسط الارتفاع
- تطوير القابلية الوظيفية لأعضاء الجسم .
- تطوير التحمل (المطاولة) عند الرياضيين .
- تسريع الاستشفاء .
- الراحة الإيجابية .
- تأهيل وعلاج الرياضيين .

إعداد الرياضيين في الارتفاعات المتوسطة يؤثر على مدى(٣- ٥) أسبوع والتكيف لهذه الارتفاعات يتطلب عملاً نشطاً لجميع الأعضاء الجسمية ويتميز هذا النوع من التكيفات بتغييرات مرحلية لحالة الرياضي وقابليته الوظيفية ، حيث تتحسن القابلية الوظيفية وتتحسن حالة الرياضي ويمكن ان يحتفظ بهذا التحسن لمدة معينة .

مراحل التغيرات التي تحدث أثناء التكيف تكون تبعاً لبعض الخصوصيات الفردية للرياضي نفسه ، ومقدار الارتفاع ، ومميزات النشاط العضلي والحمل التدريبي وغيرها ,وتبعاً لذلك فإن عند إعداد الرياضيين في المرتفعات يجب إتباع مجموعة من الشروط الصحية وأهمها ما يأتي :

الشروط الصحية لاعداد الرياضيين فى المرتفعات

- إخضاع الرياضيين إلى فحص طبي دقيق قبل تعريضهم لهذا النوع من التدريب .
- إعداد وحدة تدريبية متوازنة تتلائم والحالة والمكان في المرتفعات .
- دراسة الحالات والخصوصيات الفردية للرياضيين .
- تلائم مستوى الإعداد .
- ملاحظة الخصوصية المناخية ، والعوامل الاخرى البيئية .

ثانيا - ارتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني

ترتفع درجة حرارة الجسم **نتيجة احتكاك الالياف العضلية والاوتار والاربطة والمفاصل أثناء تقلصها وانبساطها علاوة على سرعة جريان الدم في الأوعية الدموية حيث تزداد درجة الحرارة(٥- ١٠) درجات أو أكثر خلال ٢٠ دقيقة** من النشاط البدني العنيف وخاصةً في الأجواء الحارة , وإن ارتفاع درجة الحرارة هذه يطلق عليها(Hyperthermia) حيث تضظر اجهزة الجسم الى إتخاذ وسائل دفاعية متعددة من أجل الحفاظ على المعدل الطبيعي لحرارة الجسم (Heat Balance) وبطرق عده حيث يتم التخلص من الحرارة الفائضة وخطورة الإصابة الحرارية .

يحتاج الرياضيون غير المتأقلمين على التدريب والمنافسات في الحرارة العالية وتحت أشعة الشمس والجو ذو الرطوبة العالية إلى أسبوعين على الأقل للتأقلم على مثل هذه الأجواء ، وقد أكدت المشاهدات الميدانية إلى وصول درجة الحرارة إلى(٤٠° - ٤٢°) لبعض متسابقي الساحة والميدان والماراثون .

.

أهمية التوازن الحراري للرياضيين

يتم التبادل الحراري كسب أو فقدان الحرارة في الجسم عن الطرق الأتية :

- **الحمل / convection** : وتتم خلال انتقال وحركة الهواء .

- **التوصيل / conduction** : وتنتقل الحرارة بين جسمين مختلفان في درجة الحرارة .
- **الاشعاع / Radiation** : ويتم انتقال حوالي ٦٠% من الحرارة بهذه الطريقة حيث تنتقل بين جسمين خلال أمواج كهرومغناطيسية .- **التبخير / Evaporation** : ويتم فقدان الحرارة وكسبها عن طريق تبخير العرق من سطح الجلد ويفقد الجسم(٠,٥٨٠) كيلو كالوري من الحرارة عندما يتبخر ١ غم من العرق .

تنظيم درجة حرارة الجسم الداخلية وفق تنظيم ثابت نسبياً وخلال ممارسة الرياضة أو الانشطة البدنية يحاول هذا النظام إبقاء درجة الحرارة(٣٧°) ثابتة .

ويتم ذلك من الآليات الأتية :

- **المستقبلات الحرارية** (اجهزة التحسس الحراري) الحرارة والبرودة .
- **المؤثرات الحرارية في الأعضاء** والتي يتم تحسسها من قبل المستقبلات والتي تسبب تغيرات تنظيمية أو تصحيحية .
- **يركز التنظيم الحراري في الجهاز العصبي المركزي الذي يسبق المستقبلات الحسية وعمليات التنظيم الخارجة لإعضاء التأثير .**

توجد في جسم الإنسان **منطقتان للاستقبال الحراري** على الأقل:

- **تحت السريري (تحت المهاد) في الدماغ المتوسط (المستقبلات المركزية) .**
- **الجلد (المستقبلات الحسية) .**

توجد في كلا المنطقتين نوعان من المستقبلات أحداهما حساسة للحرارة والاخرى للبرودة ,المستقبلات الموجودة تحت السريري الحرارة (٠,٢ – ٠,٥ ق) للدم الشرياني الذي يمر بها.أما المستقبلات الجلد تستجيب لتذبذب الحراره البيئة .

طرق التخلص من حرارة الجسم العالية

- زيادة **كفاءة عمل المسامات الجلدية** لإفراز كميات أكبر من المعتاد من العرق والذي يؤدي إلى التبخر وتبريد الجسم لاحقاً .

- زيادة **دفع كميات كبيرة من الدم إلى الأوعية الدموية القريبة من سطح** الجلد مما يؤدي بالتالي إلى حدوث الأنتقال الحراري بالأشعاع .
كما ان هناك آليات التغيرات البايوكيميائية التي تحدث في الخلية وعملية انتقال السوائل ذات الشحنات الكهربائية والتي يطلق عليها **مصطلح(Electroiyte)** التي سبق شرحها **تعمل أثناء ارتفاع حرارة الجسم حيث إن أي تغير في تركيبة السائل** الخلوي يؤثر وبصورة مباشرة على عملها وبالتالي كفاءة عمل جميع أجهزة الجسم ، علماً ان السوائل في الخلية البشرية تشكل حوالي ٧٠% من حجمها الكلي .

الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً

تجرى المنافسات في احيان كثيرة في اجواء حارة وإذا لم يكن الرياضي متأقلم لهذه الأجواء يحدث إنخفاض كبير في مستوى إنجازه ،

وفيما يأتي بعض الخطوات التي يجب إتباعها أثناء البرنامج التدريبي لاغراض التأقلم وكما يأتي

- أداء تمارين خفيفة للأحماء(١٠- ١٥) دقيقة .
- فترة التدريب يجب ان لا تزيد عن(١,٥- ٣) ساعة في الوحدة التدريبية .
- أيام التدريب يجب ان لا تزيد عن ٤ أيام في الأسبوع .
- ارتداء ملابس مصنوعة من الأنسجة الطبيعية وتفضل القطنية منها لقابليتها على امتصاص العرق والمساعدة في التبخير وتبريد سطح الجسم عند تعرضها للهواء .
- اختيار الألوان البراقة التي لها قابلية عكس أشعة الشمس .

اهم التغيرات التي تحدث في أجهزة الجسم عند التأقلم الحراري

– تزداد قابلية الأجهزة الوظيفية على تخفيض درجة حرارة الجسم في الأجواء الحارة جداً وعند النشاط البدني العنيف .
– إنخفاض معدل ضربات القلب وعمليات التمثيل .

– ازدياد قابلية الجسم على التعرق والتبخير والاشعاع .
ومن الجدير بالذكر ان عمليات التأقلم في الجو الحار ليست واحدة فهي لا تتأثر بنوع الجنس , وان التأقلم لدى الذكور والإناث يكاد يكون على حد سواء .
التأقلم في الأجواء الباردة جداً لا يختلف عن خطوات التأقلم في الأجواء الحارة جدا عدا ما يتعلق بالملابس حيث يتم إرتداء الملابس الصوفية و إرتداء أغطية الرأس والقفازات والجواريب الصوفية عند التدريب ..

ثالثا - التدريب في الجو البارد

إن التأقلم في الأجواء الباردة يشكل بعض المخاطر وخاصة في الأجواء الباردة جداً حيث يستنشق الهواء بدرجة حرارة قد تكون أقل من صفر مئوي وعندما يصل إلى البلعوم تصل درجته ١٥ مئوي وترتفع في القصبة الهوائية إلى(٢٠) مئوي وفي الرئتين إلى(٣٠) مئوي .
وقد يسبب هذا **نقص في درجة حرارة الجسم مما يؤثر على جهاز القلب والدوران وإنخفاض كفاءتهما الوظيفية .**
إلانخفاض الحاد لدرجة الحراره يشكل **خطورة كبيرة ويسبب التعرض إلى أمراض عدة مثل (عضة الجليد)** والتي تؤدي إلى أنقطاع كامل للدورة الدموية في العضو المعرض للبرودة مما يسبب الكنكرين (موت الأنسجة) ، وهذا يتطلب قطع ذلك العضو المصاب .
وللتأقلم دوراً كبيراً للوقاية من أمراض البرد والتي تنتشر بشكل كبير بنسبة (٢٠ - ٤٠ %) بين الأمراض الأخرى حيث نستخدم وسائل متعددة التي من شأنها خفض هذه الأمراض أو منعها .

ويتم ذلك عن طريق مايأتي

- **تنشيط وتقوية الجسم بشكل عام .**
- **تحسين الدورة الدموية .**
- **رفع وتحفيز الجهاز العصبي المركزي .**

- التمثيل الغذائي الطبيعي الذي يساعد الأجهزة الجسمية على العمل بكفاءة .

وتتم التدريبات البدنيه العامة والخاصة والتي تؤثر بشكل فعال على التنظيم الحراري للجسم الذي ينعكس على عمل الأجهزة الجسمية كافة ويتم ذلك خلال مايأتي :

التنظيم الحراري في الاجواء الباردة

- التخفيز العصبي

يتم التنسيق داخل قشرة الدماغ وفي الأنسجة والخلايا الجسمية ، حيث تقاوم حالات التذبذب في درجات الحرارة سواء الباردة أو الحارة

- إستخدام الماء البارد بأنتظام وتكرار أستخدامه .

يزيد من الأنتاج الحراري وترتفع درجة حرارة الجلد بسبب زيادة سمك الطبقة الجلدية , هذا مما يقلل تحفيز التحسس عند لمس المواد ويساعد كثيراً في استقرارية الجسم نحو الدرجات الحرارية الواطئة .ويحدث التأقلم على هذا النحو حيث تتجانس الحوافز الجسمية وبشكل تدريجي رغم أزدياد التذبذب في البيئة الداخلية , وبشكل عام يمكن إعتماد التمرينات الرياضية المنظمة والخاصة كوسيلة تأهيلية وفي كافة مجالات الحياة .

- الحمامات الهوائية الباردة (١٤ - ٢٠) والباردة جداً أقل من (١٤)

حيث تستخدم الأنخفاض التدريجي في درجة الحرارة وإرتفاع مدة الجلسة حسب ملائمتها للطقس .

- الحمامات المائية

تستخدم لتحفيز الأوعية الدموية التي تتقلص عادة بسبب البرودة ومن وسائلها :

- المسح بالماء والأغتسال والدوش .

- السباحة وخاصة السباحة الشتوية

السباحه الشتويه لها تأثير كبير في **الجهاز العصبي المركزي** , والتي تنعكس على اجهزة و اعضاء الجسم الأخرى , وتنخفض درجة حرارة ا لجسم فيها الى (٠ – ٣°) والجلد الى (١ - ١٥°) حيث يحدث تبادل غازي سريع ومفاجيء مع استهلاك كبير للطاقة وأرتفاع في الضغط الشرياني وزيادة النبض حيث يحدث مايسمى **(دين البرودة)** ويجب أن تستخدم هذه السباحة بشكل مدروس علميا بعد افحص الطبي حتى لاتسبب أضرارا في اجهزة الجسم واعضائه .

رابعا - التدريب في الأعماق

يعتمد بناء الفرد تحت سطح الماء على استهلاك الأوكسجين عند الأقتراب من السطح والأقتصاد في صرفه ، وهذا يتم بوساطة عدد من التكيفات الفسيولوجية :

التكيفات الفسيولوجية للتدريب في الاعماق

- بطء في ضربات القلب .

- أقتصار دوران الدم على الأنسجة الحيوية فقط كالدماغ والعضلات القلبية ،

إن الطاقة الضرورية للتقلص أثناء الغوض ومصدرها التنفس اللاهوائي gLycdysis مع تكون كميات كبيرة من حامض اللبنيك Lacticacid ولايطرح هذا الحامض في الدورة الدموية إلا بعد الرجوع إلى سطح الماء حيث يتوفرالاوكسجين من جديد والضروري لتمثيل هذا الحامض .

ويضاف إلى ذلك توفر العاملان وهما :

- وجود كمية من الميوكلوبين Myoglobin في العضلات وبذلك يمكن خزن كمية أكبر من الاوكسجين فيها قبل الغوض .

- عـدم حساسـية المركـز التـنفس Respiratory Center للأنخفاض في قيمة PH الدم .

أن الرجوع الفجائي إلى سطح الماء من عمق كبير يؤدئ إلى

- تجمع الغازات وخاصة غاز النايتروجين الذي ذاب في الدم بشكل كبير وذلك نتيجة لوجود الأنسان تحت ضغط عال مما يسبب تجمعه على شكل فقاعات تغلق الأوعية الدموية الحيوية , وهذا يسبب آلام شديدة في العضلات تدعى Bends أو (مرض كاسيون) الذي يؤدي إلى الموت ما لم يعالج بذوبان الفقاعات الغازية في الدم والأنسجة ثم تخفيض الضغط بشكل تدريجي , وبذلك تتحرر الغازات بصورة تدريجية وتطرح عن طريق الرئتين .

الفصل التاسع

الخصائص الفسيولوجيه للنساء والاطفال والنشاط الرياضي

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضه

خصائص ممارسة الانشطه البدنيه عند المرأه

الفروقات التكوينيه والفسيولوجيه بين المرأة و الرجل

اولا - تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و الاطوال)

- الفروقات الجنسية عند النساء

- الفروقات المورفولوجيه

ثانيا - نمو القدرات الحركية

- القوه العضليه

- المطاوله

- التوافق والمرونه الحركيه

ثالثا- وظائف الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلى

(معدل التمثيل الاساسي , الجهاز الحركي ,جهاز القلب

والدوران ,مستويات بعض المواد في الدم, الجهاز التنفسي)

القابليه البدنيه والوظيفيه للمرأه خلال مراحل الدوره الشهريه

المبحث الثاني

الخصائص الفسيولوجيه للاطفال فى سن المدرسة عند اداء النشاطات الرياضية

الخصائص العامة

العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

(الوراثه , البيئه الخارجيه , وسائل التربية البدنية , الجهاز العصبي والتنظيم الهرموني)

الادوار العمرية

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور(٨-١٢) سنة و الاناث (٨-١١) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث) الذكور من (١٣-١٦) سنة الاناث من (١٢-١٥) سنة

ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من(١٧ - ١٨) سنة والاناث من (١٦-١٨) سنة

الخصائص الفسيولوجية للادوار العمرية

نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

)

نموالمهارات الحركيه(الخبرات)

نمو القدرات البدنيه عند الاطفال في مختلف الاعمار

الطاقة والنشاط العضلى في المراحل العمريه للاطفال

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضه

ان الاختلافات بين المرأة و الرجل فى النواحى الفسيولوجية وخاصة فى مرحلة بعد البلوغ جعلت هناك محددات لممارسة المرأة الأنشطة الرياضية المختلفة بعد سن البلوغ , حيث يبدأ تأثير الهرمونات الجنسية والفسيولوجية على الجسم و نموه .

خصائص ممارسة الانشطه البدنيه عند المرأه

يبدأ **التفاوت فى اللياقة البدنية ولصالح الذكور فى سن(١٦-١٩) سنة وبشكل أسرع من الاناث , وتصل الاناث الى قمة لياقتها البدنية فى سن البلوغ وهذا لا يبقى** طويلا ,ولكن استمرار ممارسة الانشطة الرياضية يرفع من مستوى اللياقة البدنية عند المرأة لفترة أطول. .

لاتوجد فوارق فى الاستجابة للنشاط الرياضي بين المرأة و الرجل و هما على حد سواء , ولكن هناك فوارق فى تكوين الجسم وليس فى ميكانيكية العمل , ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال الفروقات فى تحقيق الارقام القياسية بين الرجل والمرأة في مختلف الانشطه الرياضيه والتي تختلف فيها المتطلبات في القدرات البدنيه والوظيفيه , لذا يجب أن تراعى خصائص المرأة عند التدريب والمشاركة فى المنافسات المختلفة.**وعموما :**

- تتفوق النساء فى الالعاب التى تناسب التكوين الجسمانى , والتى تعتمد على التوازن والتناسق الحركى بالدرجة الاساسى مثل الجمناستك

- تتخلف المرأة عن الرجل فى الالعاب التى تحتاج الى قوة كبيرة, ولكن عن طريق التمرين المستمر لما يتناسب وخصائص جسمها التكوينية الفسيولوجية يمكن أن يساعد فى الوصول الى انجازات عالية ومتقدمة في الالعاب التي تتطلب القوه .

الفروقات التكوينيه والفسيولوجيه بين المرأة و الرجل

تظهر الفروقات الفسيولوجية بين المرأة و الرجل فى النواحي الاتيه:

اولا - تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و الاطوال)

ثانيا - نمو القدرات الحركية (القوة العضلية و العمل العضلى)

ثالثا- عمل الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلى .

عند دخول مجالات التنميه البدنيه والتكامل الرياضي لابد من الاهتمامبهذه الاختلافات وخاصه فيما يتعلق بالوظائف الانثويه (الامومه) واعضاء الحوض ويجب الحذر عند اداء الحركات المفاجئه والقفز وخاصه عندما تكون المرأه غير مهيأه للاداء حتى لاتسبب أية حركه غير طبيعيه للرحم.

اولا - تركيب الجسم

تبدأ الفروقات فى تركيب الجسم بين المرأة و الرجل منذ سن الطفولة , ويكون نمو الذكور والاناث بنفس النسبة والى حد(٧- ٨) سنوات حيث , بعدها يزداد نمو الاناث والى حد ١٢ سنة وفى سن ١٥ سنة يزداد نمو الذكور أكثر من الاناث .

سرعة النمو عند الاناث له علاقة بالتكامل الجنسى المبكر عند الاناث ويلاحظ فى الوقت الحاضر ولاسباب وراثية زيادة فى متوسط الطول و الوزن عند الذكور و الاناث.

الفروقات الجنسية عند النساء

تظهر فى تركيب العمود الفقرى حيث أن المنطقه **الصدرية عند الاناث تكون أقصر واضيق** عند النساء مما يؤدي الى سرعة الشهيق والزفير وانخفاض السعه الحيويه بالمقارنة مع الذكور , ولكن طول الاجزاء الاخرى العنقية و القطنية وبقية أجزاء العمود الفقرى تكون أطول عند المرأه مقارنه بالرجل. بالاناث .

كذلك فأن حجم الثدي عند النساء يحد من قابليتها الوظيفيه حيث ان كبر حجمه يحد من تنفيذ بعض الفعاليات الرياضيه كما يسبب في احيان اخرى الاما في الظهر .- تتميز **النساء بأتساع وعرض وتجويف الحوض** عند المرأه اكبر وهذا بسبب الوظائف الانثويه (الحمل والولاده

) كما ان سعة الحوض يؤدي الى تمفصل عظمي الفخذ والحوض بأتجاه الداخل اي ميل الفخذين للداخل بأتجاه الركبه بينما تكون عند الرجل متوازيان.وان عرض الحوض وخفته عند المرأه يؤثر سلبيا على سرعة الجري وتكون مفاصله اكثر عرضه للاصابه بسبب تقلب الركبه , ولكنه سعة الحوض تجعل جسم المرأه اكثر استقراره من الرجل .

الفروقات المورفولوجيه

- **الاناث اقصر وأقل طولا فى الاطراف العليا و السفلى** مقارنة بالذكور (معدل طول المرأه اقل بنسبة ١٠- ١٥سم وذلك بسبب
- **قصر عظام المرأه** وهذا يجعل سرعتها الدورانيه اكبر من الرجل فيما يتفوق الذكور بالسرعه الحركيه)
- النساء **اقل وزنا** من الرجل يقدر (٧كغم) تقريبا , والنساء اخف بنسبة ٢٠- ٢٥% من وزن الجسم الكلي وبما يقارب ٣٠- ٤٠% من الوزن الخالي من الشحوم وهذا سبب تفوق القوة العضليه عند الرجل .
- **الاكتاف أقل عرضا** واضيق عند النساء وتكون ضعيفه واقل انحدارا وهذا مما يمنحها مرونة عاليه ولكن لايوفر قاعدة ارتكاز جيده لاستقرار الاوزان.
- **الجذع اقصر عند المرأه** وهذا يؤدي الى انخفاض مركز الثقل ايضا ويمنحها توازنا افضل من الرجل والعمود الفقرى عند

النساء أكثر مرونة من الرجال وذلك بسبب زيادة مرونة ومطاطية الاربطة وحركة العمود الفقرى الواسعه عند المرأة

- تتميز النساء **بانخفاض مركز ثقل الجسم** لكون الاطراف السفلى عندها اقصربالنسبه لطول الجسم (قصر عتلة الطرف السفلي) المهمه في تنفيذ متطلبات الاداء في الفعاليات , وهذا يساعد كثيرا في تنفيذ تمارين التوازن بالاستناد على الاطراف السفلى ورشاقه افضل كما في الجمناستك وبنفس الوقت فأن طول الاطراف السفلى تمنح الرجل سرعه وقوة اكبر

- **عظام الساق عند المرأه اقل تقوسا** من الرجل .

<u>نمو القدرات الحركية</u>

- **<u>القوه العضليه</u>**

ان انخفاض القوه العضليه وعدم المقدره على الاحتفاظ بها لفتره طويله عند النساء تحدد من قابليتها البدنيه والوظيفيه , وخاصةعند الجهد الذي يحتاج الى قوه ثابته , ولهذا فان التمارين التي تتطلب شده وقوه حركيه ثابته يمكن ان تسبب تأثيرا سلبيا على جسم المرأه فارق القوة في العضلات عند المرأة تشكل ٣٠ – ٤٠% اكثر عند الذكور , لذلك تكون العضلات القابضة والباسطة عند النساء ضعيفة , أما عند الرجال فتكون أكثر قوة مثلا (قوة العضلات الباسطة للعمود الفقرى تساوى ١٦٠ كفم عند الرجال مقابل ١٠٠كفم عند النساء) وفى عمر

١٨-٨ سنة وجد أن قوة العضلات القابضة للرسغ عند الاناث تزداد بنسبة ٢١٢% أما عند الذكور ٢٥٧% .

- المطاوله

تزداد المطاوله مع زياده العمر(١٥-١٧) وتكون الاختلافات ضئيله ولصالح الذكور حيث تتميز المرأه بأنخفاض المطاوله.

- التوافق والمرونه الحركيه

تتميز **الاناث بسرعة نمو قابلية التوافق الحركى والدقة والمرونة** الحركية و الشعور بايقاعية الحركة ومطاطية العضلات العالية وتجيد الاناث تكنيك الحركة و التوازن الحركى المعقد .

وظائف الاعضاء والاجهزة الجسمية

- معدل التمثيل الاساسى

يكون **معدل التمثيل الاساسي عند الاناث اقل** بما يقارب ٦-١٠%عنه عند الذكور لنفس الحجم والمساحه السطحيه .

- الجهاز الحركى

يكون الجهاز العظمي عند **الرجل اثقل واكثر صلابه** من المرأه , وهذا مايكسب الرجل عزم قوه اكبر لذا يتفوق الرجل في العاب القوى (العدو والرمي) .

كذلك حجم العضلات ووزنها عند المرأه أقل من الرجال , ويشكل وزن العضلات ٤٠-٤٥ % من وزن الجسم الكلي عند الرجل بينما عند

المرأه يشكل ٣٠-٣٥ % , وان قابلية نمو العضلات عند الاناث تكون اقل وابطاء من الذكور , وهذا يعود الى وجود هرمون التستيرون الذكري الذي يعمل على زيادة حجم الالياف العضليه وزيادة الكتلة العضليه , وعند التدريب يزداد حجم العضلات عند المرأة ولكن زيادتها لا تصل الى المستوى عند الرجل .

- **الكتله العضليه تقل عند المرأه** مما يؤدي الى قلة استهلاك الاوكسجين حيث تشكل

- **الانسجة الدهنية عند النساء نسبة** ٢٤ - ٢٥ % من الوزن الكلي للجسم بينما عند الرجل ١٥ – ١٨% اي ان الشحوم عند المرأه اكبر بنسبة ١٠% من وزنها عند الرجل وهذا مما يشكل وزنا اضافيا غير فعال يقلل من القابليه الوظيفيه والاداء الحركي ولكنه يجعل المرأه اكثر تحملا للجو البارد.

- جهاز القلب والدوران

- **ان وزن قلب المرأة وحجمه وتجاويفه أصغر** بالمقارنة مع الرجل , ويبلغ متوسط وزن قلب المرأة حوالى ٢٣٠ غرام و عند الرجل ٣٦٦ جرام .

- تتميز المرأة بسرعة **وزيادة الضربات القلبية** وذلك لتعويض النقص الحاصل في حجم الدم المدفوع الى انحاء الجسم , وتكون زيادة ضربات القلب عند بدء التمرين بشكل اكبر من عند الرجل , كما يحتاج القلب الى فترة راحه اكبر ليعود الى حالته الطبيعيه بعد الجهد , **وكذلك**

تتميز النساء بزيادة اقل في ضربات القلب عند اداء الجهد , ويقل الاختلاف أو يتقارب فى سرعة ضربات القلب تحت تأثير التدريب البدني المنتظم

- **حجم ما يدفعه القلب من الدم بالدقيقة عند النساء يكون أقل** بالمقارنة بالرجال, وحجم الدم بالدقيقه عند الرجال يمكن ان يصل الى ٣٣ لتر اما عند النساء فيصل تقريبا ٢٥ لتر في حاله الجهد .

-تتميز المرأه **بانخفاض الضغط الدموى**

<u>مستويات بعض المواد في الدم</u>

تكون المواد (الكولسترول , البروتين الكلي . الماده الصفراء ,اليوريا , الفوسفات القاعدي) متساويه عند الاناث والذكور وتكون المواد (معدلات فوسفات الكرياتين , الفوسفات اللاعضوي , السكر في الدم , الفوسفات الحامضي , الحديد) اقل .

- **<u>الجهاز التنفسي</u>**

- تركيب المسالك التنفسية والحجم والسعات التنفسية عند المرأة يتأثر بالنمو الجنسى فعند الاناث **تكون السعة الكلية للرئين والسعة الحيوية وسعة الحجم الهوائى الاحتياطى للشهيق والزفير وحجم الهواء والمتبقي تكون اقل** مقارنة مع الرجل وان حركة الشهيق والزفيرعند الاناث تتم بحركة الجزء العلوي من الصدر فقط في حين تتم بحركة الحجاب الحاجز عند الذكور اضافة الى حركة الصدر لذا يكون الشهيق اعمق عند الذكور مقارنة بالاناث .

- تقل التهوية الرئوية القصوى عند النساء بنسبه ٢٠-٣٠% بمقارنه مع الرجل وعند حساب هذه النسبه لكل ١كغم من وزن الجسم تشكل فقط ٦% وان نسبة احتياج الاوكسجين اقل ذلك نسبة الى صغر حجم الجسم وقلة التمثيل الغذائي الاساسي .

- سرعه التنفس عند النساء اعلى واقل عمقا وحجما بالمقارنه مع الرجل **وكذلك تستخدم الاوكسجين بنسبة اعلى عند الجهد .**

- قله في زياده الايقاعات القلبيه وزياده في التهويه الرئويه تلاحظ عند النساء **في حاله اداء العمل المتماثل** .

عند جري المسافات المتوسطه يلاحظ تساوي في عمق الحجم الرئوي بالدقائق(وذلك بحساب العلاقه ذات الفائده الاقل عند المرأه في سرعه التنفس وعمقه).

- انخفاض الانتاجيه الهوائيه واللاهوائيه عند المراه مقارنة بالرجل ,

- القابليه الاوكسجينيه القصوى عند النساء الرياضيات تقل بنسبه ٢٥-٣٠% (٢,٥-٤,٥) لتر عند النساء بالمقارنه مع الرياضيين الذكور (٥-٦ لتر) , ويلاحظ انخفاض في القابليه القصوي لاستخدام الاوكسجين عند النساء في عمر ٢٠-٣٠ سنه وكذلك النساء بعد عمر ٣٠ سنه , وعند النساء الرياضيات بعمر ٨-١٥ سنه **تكون القابليه الاوكسجينيه القصوى اعلى من غير الرياضيات** . وبغض النظر عن زياده القابليه الاوكسجينيه القصوى عند ممارسه الرياضه فان الرياضيه

بعمر ١٤-١٥ سنه تكون اقل في القابليه القصوي للاوكسجين وبالمقارنه مع الذكور لنفس العمر .

- انخفاض الانتاجيه الهوائيه واللاهوائيه عند النساء تسبب **انخفاض في القابليه الوظيفيه** عند اداء التمارين بشدة تحت القصوى والتمارين متغيره الشده , فان القابليه الوظيفيه عند المرأه تشكل ٣/٢ منها عند الرجل , وعند العمل بالشده القصوى يقل هذا التفاوت .

- تظهر النساء اقتصاديه كبيره في العمل عندما تقوم بمجهود اقل من الرجل .عند اداء التمارين الدائريه المختلفه الشده ,

- القابليه الوظيفيه للنساء تكون اقل بالمقارنه مع الرجل , وذلك لقله القوه الدافعه وقد وجد عند العمل على الدراجه الثابته ان القابليه الوظيفيه عند الرجل تبلغ ١٢ كغم / متر / ثانيه و ٧,٨ كغم / متر / ثانيه عند النساء ,وذلك بسبب قله في احتياطي كريات الدم الحمراء عند المرأه بالمقارنه مع الرجل ,ولهذا عند اداء النشاطات العضليه ذات الشده العاليه فان دم النساء يظهر قابليه قلقه **للاحتفاظ ب(PH) الماده الفعاله الموجود بشكل متوازن في مايوسن العضله**

- **عمق النبض الاوكسجيني** من الوظائف المهمه للتنفس والدوره الدمويه حيث يصل عند **النساء النبض الاوكسجيني الاعلى ١٦- ٢٠ مللتر** , وهذا اقل بقليل بالمقارنه مع الرجل ولهذا تقل القابليه الوظيفيه عند النساء بسبب عدم كفاية الاوكسجين.

- اقصي دين اوكسجيني عند النساء يكون اقل من قيمته عند الرجال , وعند النساء المتدربات يصل الدين الاوكسجين الى ١٠-١٢ لتر اما عند الرجال فيصل الى اكثر من ١٥ لتر ,وعند زياده العمر يقل حجم الدين الاوكسجيني عند المراه.

القابليه البدنيه والوظيفيه للمرأه خلال مراحل الدوره الشهريه

يجب دراسه الوظائف الفسيولوجيه لجسم المرأه ,وخاصه التي التي تحصل في وظائف الغدد الجنسيه والاعضاء الداخليه التي تخص الدوره الشهريه .

ويقصد بالدوره الشهريه هي تهدم خلايا خاصه متولده في الرحم وظهور خلايا البيض وتكوين الاجسام الصفراء في المبيض , حيث انه اذا لم يتكون جنين في خلايا المبيض فان الجسم الاصفر يموت وهذا يترافق مع سيل دموي (الحيض).

تتكرر الدوره الشهريه بشكل دوري كل (٢٨-٣٠) يوم وتستمر لمده (٣-٦) ايام ,

وتبدأ في سن (١١ - ١٤) سنه , وفي الوقت الحاضر وبسبب سرعه النمو البايولوجي تبدأ الدوره الشهريه في اعمار مبكره اكثر من المشار اليها (٩سنوات).

خلال المراحل المختلفه للدوره الشهريه يلاحظ اختلاف القابليه الوظيفيه للجسم , اذ ان قبل الدوره الشهريه واثناء الحيض تزداد حساسيه الجهاز العصبي ويزداد النبض ويرتفع الضغط الدموي وغالبا تترافق هذه الاعراض بالشعور بعدم الراحه والام الراس .

تختلف النساء الرياضيات عن بعضهن خلال الدوره الشهريه في القابليه البدنيه و الوظيفيه ومدى التكيف مع الجهد العضلي , حيث ان مستوى السرعه والقوه و القوه المميزه بالسرعه خلال فتره الدوره الشهريه عند الرياضيات تكون غير متساويه.

وقد لوحظ عند لاعبات الجمناستك تدني النتائج هي التي ظهرت في الايام الاولى من الحيض وكذلك في اليوم (١٣-١٤) من الدوره الشهريه , اما في اليوم (٦-١٢) و(١٥ -٢٥) من الدوره الشهريه فقد لوحظ تحسن بالدقه في الحركه اما في الايام التي تلتها فان دقه الحركه قلت , حيث تقل قبل الدوره الشهريه (قبل يوم من بدء الحيض) , و بعد انتهائه مباشرة يلاحظ بطء في الوظائف الاستشفائيه والتي تبدا بعد انتهاء الجهد .

ان الجهد التدريبي الكبير والذي تصحبه انفعالات شديده القوه يمكن ان يؤدي الى توقف النمو الجنسي (تتوقف الدوره الشهريه بعمر ١٥ سنه)

كما تتأثر المرأه بالنواحي النفسيه والاجتماعيه والخلقيه بشكل اكبر من الرجل وتكون اكثر قلقا وحساسيه في الظروف الصعبه .
ولهذا فمن الضروري دراسه كافة الخصوصيات التكوينيه للمرأه والتغييرات الفسيولوجيه التي تحدث بتاثير التمارين الرياضيه .

المبحث الثانى

الخصائص الفسيولوجيه للاطفال فى سن المدرسة عند اداء النشاطات الرياضية

الخصائص العامة

يتعرض جسم الفرد خلال الحياة الى مجموعة تاثيرات (مورفولوجية , بايولوجية وتغيرات وظيفية شتى) وتقاس القابلية البدنية والرياضية للفرد من خلال نمو الجسم نتيجة هذه التأثيرات والتي عادة ما تكون غير متساوية , ويمر الفرد بمرحلة النمو العام وتسارع النمو الطولى الذي يتراوح بين البطء النسبى و ثبات ألاحجام احيانا, وكذلك وظائف الجسم تبدا وظيفة وتتأخر أخرى .

بشكل عام أن القابلية الوظيفية عند الاطفال أقل بالمقارنة مع الكبار , وهذا لا يعود الى عدم تكامل النمو لديهم ,لان كل مرحلة من مراحل النمو تعتبر تامة للمرحلة ذاتها .ولكن هناك عدة عوامل تؤثر على نمو الجسم منها .

العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

- الوراثه

من الصفات الوراثية الاساسية التى يرثها الاطفال من الوالدين (الخصائص الجينيه) مثل الطول و بناء شكل الجسم ونمو الاجهزة المختلفة .

- البيئة الخارجية

تشمل المهارات والحالة المعيشيه والعوامل البيئية الاجتماعية التى يمكن ان تؤثر على طبيعة الفرد وسلوكه , وكلما كان التأثير كبيرا كان اكثر قوة و ثباتا .

- وسائل التربية البدنية

تعد وسائل التربيه البدنيه خاصة (التمارين الرياضية) من الوسائل المؤثرة في نمو الجسم , حيث تنمو الأنسجة العظمية والعضلية و كذلك الاعضاء الداخلية بشكل أفضل تحت تأثير التمارين الرياضية , و يمكن اكتساب الصفات والقدرات الحركية بشكل متكامل , اما عند عدم اكتمال

الخبرات الحركية (القصور الحركى) ويطء النمو تنخفض القابلية الوظيفية للجسم خاصة فى ادوار النمو.

- الجهاز العصبى والتنظيم الهرمونى

خلال نمو الجسم فى المراحل العمرية المختلفة تتغير خصائص الجهاز العصبى و التنظيم الهرمونى للوظائف , ففي المراحل العمريه المبكرة للنمو تسود تأثيرات الجهاز العصبى السمبثاوى , وهذا يظهر من خلال ارتفاع سرعة التقلصات القلبية عند الاطفال عند الراحه وبتقدم العمر يزداد تأثير العصب الباراسمبثاوي و يبطء التقلص القلبى .

الادوار العمرية

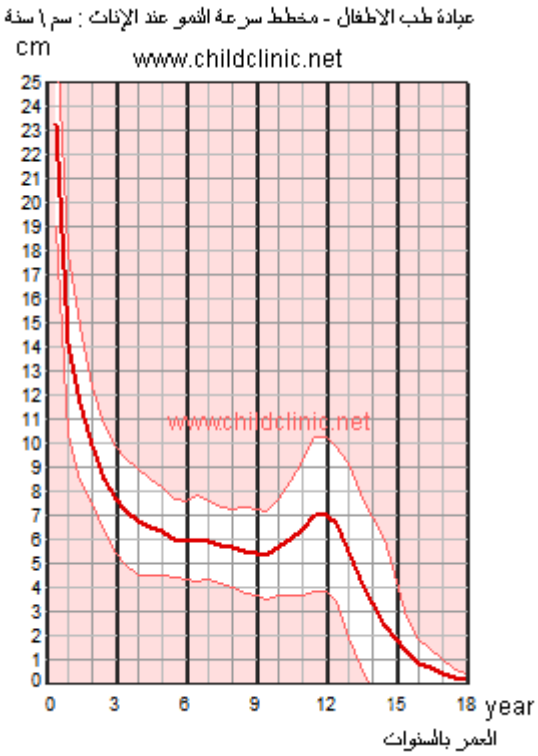
تشمل الادوار العمرية التغييرات في التكوين الجسمي و نمو الوظائف التى يمكن تمييزها خلال مراحل العمر ,

ووفق ذلك يمكن تقسيم الادوار العمرية المدرسية الى ما يلى :

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور(٨-١٢) سنة و الاناث (٨-١١) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث) الذكور من (١٣-١٦) سنة الاناث من (١٢-١٥) سنة

ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من(١٧-١٨) سنة والاناث من (١٦-١٨) سنة وشكل (٤٢) يبين سرعة النمو عند الاناث وفقا للعمر.



شكل رقم (٤٢) يبين سرعة النمو عند الاناث

الخصائص الفسيولوجية للادوار العمرية

الاعمار المدرسية الصغيرة

تتميز هذه الاعماربما يأتي :

- **تكون الوظائف العصبية قوية ومتوازنة كما يكون رد الفعل سريع ومتوازن** , وان شدة العمل تزداد بتقدم المرحلة العمرية .
- **عدم المقدرة على تمييز الاختلافات الدقيقة** .
- **صعوبة الاستجابه في الاعمال المتتالية والمتأخرة** .

- **صعوبة الربط بين عمل الاجهزة لتشكيل الحركه** .

خلال هذه المرحلة **تنمو الاجهزة الحسية والانفعاليه** وفي سن(١٠-١٢) تنمو **الوظائف الحركية والحواس وخاصة حاسة البصر واللمس** وكذلك **تنمو الغدد**.

في هذه المرحلة تصبح **المعلومات الكلامية متكاملة وأكثردقه** , وتزداد **الرابطة الوقتية بين الكلام كمحفز والوظيفة الحركية** حيث ينم التحسس الحركى , وعند ممارسة التمارين الرياضية يزداد التأثيرعلى قابلية الطفل الكلامية والذهنية مما بطور النشاط الحركى لديه .

<u>الاعمار المدرسيه المتوسطه (الاحداث)</u>

<u>وتتميز هذه المرحله بما يأتى :</u>

- ينمو الجسم عند الاحداث **بشكل غير مستمر** وشكل (٤٣) يبين نمو الوزن وفقا للعمر .
- يلاحظ **التحفيز العالي** مع **وجود صعوبه في رد الفعل**
- **تقل الاستجابه للمحفز الكلامي** .
- **الانفعال وهذا يدل على عدم التوازن النفسي** حيث تتميز المراكز العصبية (مركز النمو) في هذه المرحله **بعدم الاستقرار** حيث **يلاحظ**

اثناء الجهد التعرق الشديد , ويزيد ردفعل الاوعيه القلبية بشكل مفاجئ مع تذبذب ايقاع القلب بشكل وقتي , وهذه التغييرات تحدث بسبب الاختلال في تنظيم الوظائف الجسميه في هذه المرحله.

- تحدث في هذه المرحله ايضا **تغييرات جنسيه**, حيث تختلف الهرمونات ووظائف الغدد الجنسية وكذلك الغدد(النخاميه والدرقية) .

- تتغير **علاقه الاعصاب** وفق التاثيرات المختلفه للجسم وهذا ما يميز هذا الدور عن مرحلة الطفوله.

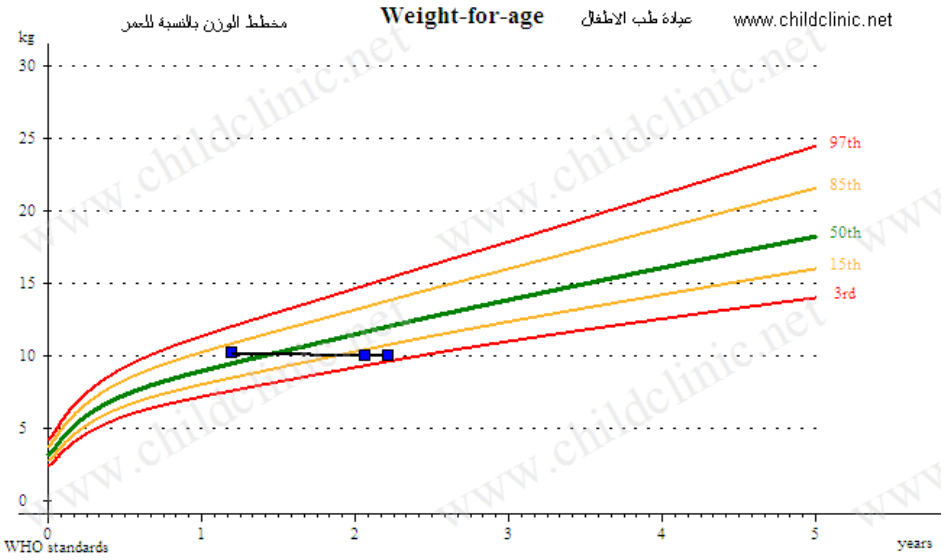
<u>الاعمار المدرسيه الكبيره (الشباب)</u>

عند **تكامل نشاط الجهاز العصبي** يتم الانتقال الى هذه المرحله وتتميز بما يأتي :

- تكون الوظائف العصبيه اكثرتطورا واعلى قوة حيث يتم **تنسيق مختلف الحوافز**.

- **تزداد كميه المعلومات** وكذلك العلاقه بين الحافز ورد الفعل وتصبح اكثر تكاملا , وذلك لان **نشاط النخاع الراسي في عمر(١٧-١٨) سنه يصبح اكثر تكاملا**

- **يتكامل نشاط الهرمونات .**



شكل رقم (٤٣) يبن نمو الوزن وفقا للعمر

نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

الجهاز الحركي

يشمل (العظام , العضلات , الجهاز العصبي العضلي)

- العظام

- عند نمو جسم الطفل تتحول **الانسجه الغضروفيه الى عظمية ويحصل هذا التعظم في الهيكل العظمي بسرع مختلفه** ,حيث يتعظم عظم الترقوه ولوح الكتف في عمر(٢٠-٢٥) وعظام الرسغ في عمر (١٠-١٣)

سنه وسلاميات اصابع اليد في عمر(٩-١١) سنه اما عند الاناث فيبدا التعظم قبل الذكور بحوالي ١-٢ سنه .

- **تختلف سرعه تكوين العظام نسبياً ولها علاقه وثيقه مع تطور مراحل نمو الاطفال** , ومن خصائص نمو العظام انها **غير متساويه في الطول والعرض** , ويلاحظ ايضا **ادوار نمو سريعه وبطيئه وعادة ينتهي تكوين الهيكل العظمي بشكل متكامل في سن (٢٠-٢٤) سنه** .

- **تتغير الخصائص الكيميائيه للعظم وتزداد بتقدم المراحل** ,حيث تزداد بعض المركبات مثل املاح الكالسيوم والفوسفور والمغنسيوم , وبنفس **الوقت تزداد كثافة وتماسك العظم ويزداد** صلابه , حيث يتم تزويده بالدم بشكل متكامل , ومن الجدير بالذكر ان **نمو النسيج العظمي يرتبط بشكل وثيق بالطول .**

- العضلات

- **النسيج العضلي ينمو بشكل غير متساوي** , حيث في ١٥ سنه الاولى من العمر يزداد وزن العضلات كل سنه بنسبه ٩% , وبعد ٢-٣ سنه اي من سن ١٥-١٨ سنه يزداد وزن العضلات بنسبه ١٢% , **ويزداد وزن عضلات عند الاحداث الذكور (١٣-١٥سنه) بشكل اكثر نسبيا من الاناث لنفس المرحله العمريه .**

غالبا ما تنمو **عضلات الرجلين طوليا وعضلات الذراعين ايضا ولكن بشكل اقل**. ونمو العضلات **الباسطه الطولي يسبق نمو العضلات القابضه** , كما يزداد وزن العضلات **بسرعه , وتبدا وظائفها مبكرا وتؤدي جهدا كبيرا ولكن ليس اكثر من الحدود الطبيعيه** , وعند زياده حجم المجاميع العضليه يزداد طول العضله وعرضها .

عند الاحداث في **عمر ١٢-١٤ سنه اغلبيه العضلات تكون قويه شكلا وتركيبا** ولكن بمستوى **اقل من الشباب** .

ومن الجير بالذكر ان العضلات (**المستعرضه ذات الراسين العضديه وكذلك العضله ذات الرؤوس الاربعه الفخذيه الباسطه للساق**) والى حد عمر ٦ سنوات تنمو بقدر(خمس اضعاف) وفي عمر ١٧ سنه (ثمانية اضعاف).

<u>الجهاز العصبي – العضلي</u>

ينمو الجهاز العصبي العضلي بشكل بطيء, ومع تطور المرحله العمريه يتغير تحفيز العضلات حيث تتميز بعدم الاستقرار وتكتسب القابليه على التحفيز العالي المتذبذب , ومن **عمر(١٤-١٥)** سنه **يستمر عدم ثبات العضلات الى مرحله متقدمه** .

يتم نمو الجهاز الحركي – الحسي خلال نمو الاجهزه الجسميه المختلفه وبوقت واحد مع تكوين الحركه وتطور المهارات البدنيه لدى الاطفال ,

نموالمهارات الحركيه(الخبرات)

تنمو الخبرات الحركيه عند الاطفال بالتدريج (**المشى , الجري , القفز)**

- المشى

يعد المشى من الخبرات الحركيه الصعبه , والتي يتعلمها الطفل في **السنه الثانيه** من العمر حيث **يزداد طول الخطوه** بالتدريج **وتقل سرعه الحركه وتذبذب الجسم عند المشى** وفي **عمر (٣-٤) سنوات يكون الطفل قادر على الجري** وفي **عمر (٨) سنوات يتمكن من تحديد طول الخطوه وسرعه الحركه ,** والتي هي احدى مميزات المراحل العمريه الكبيره .

- الجري

بعد اتقان المشى عند الطفل تحدث **مرحله طويله من التحليق اثناء المشى** مع **قله فتره الاستناد من (٣- ١٠) سنوات .** و فتره التحليق تزداد اكثر في عمر(**١٢**) سنه , ومع ازدياد العمر تصبح الخطوه اكبر وتزداد سرعتها (سرعه الجري), وتكون السرعه القصوى للجري عند الاطفال بعمر(٧) سنوات ٤,٥٥ مترفي الثانيه , وفي عمر(١٥- ١٦) سنه ٧,٥٩ متر في الثانيه , وفي عمر(١٩-٢٩) سنه وعند الرياضيين ذوي المستويات العاليه ٩,٧٧ متر في الثانيه .

قابليه الاحتفاظ بالسرعه العاليه اثناء الركض (**مطاوله السرعه**) عند الاطفال بعمر(٧-٨) سنوات تكون اقل من الاحداث والشباب , وان التدريب الرياضي المستمر يسبب زياده السرعه القصوي للجري وخاصه مطاوله السرعه.

- القفز

يعد القفز من الخبرات الحركيه الصعبه ايضا , ويتطلب نمو كبيرا في القوه العضليه وفي السرعه , تتكون مهاره القفز **في السنه الثالثه من عمر الطفل** , ومع تطور المرحله العمريه يزداد ارتفاع او بعد القفزه , ويلاحظ افضل قفزه (طول القفزه) عند الذكور قبل عمر ١٣ سنه , اما عند الاناث في عمر اقل من ١٢ سنه , وفي عمر(١٧-١٨) سنه يتوقف نمو طول القفزه .

التدريبات الرياضيه تؤثر على نمو هذه المهاره , ويلاحظ عند الشباب الرياضيين اكبرتطورفي طول القفزه عند الاعمار (١٣-١٦) سنه .

نمو القدرات البدنيه عند الاطفال في مختلف الاعمار

هناك علاقه وثيقه بين نمو عناصر اللياقه البدنيه (**القوه , السرعه , المطاوله , التوافق , المرونه**).وبين اتقانها , حيث تتكون هذه القدرات بشكل غير متساوي وليس بوقت واحد وقد تبلغ الحد الاقصي في اعمار مختلفه .

القوه العضليه

ترتبط القوه العضليه مع طول الانسجه العظميه والعضليه وتركيب الاجهزه والاربطه المفصليه , وكذلك نمو التوافق الحركي للعضلات .

يلاحظ **اعلى نمو في قوه العضلات في سن (١٤-١٧) سنه** وعلى سبيل المثال قوه العضلات الباسطه للجذع تزداد في عمر ١١-١٤ سنه من ٦٧,٧ الى ٩٠,٨ كغم وفي عمر ١٤-١٧ سنه تصل الى ١٤٤ كغم .

غالبا ما **تزداد قوه العضلات الباسطه اكثر** من العضلات القابضه , اذ تلاحظ اكبر زياده قوه العضلات الباسطه في الفخذ والجذع واقل قوه في العضلات القابضه للذراع والساعد والكتف..

نمو القوه العضليه غير متساوي خلال المراحل العمريه , كذلك يختلف نمو القوه في العضلات المختلفه , ويؤثر نموالقوة السريع والجهد العالي بشكل سلبي على تكوين الجهاز الحركي للاحداث وعلى نمو العظام الطولي . تكوين القدرات الحركية لايرتبط بالمراحل العمرية فقط و لكن له **علاقه مع العمر البيولوجى** أيضا **وكلما كان مستوى النمو البيولوجى اكبر كلما كانت القوة العضلية أكبر .**

تتساوى القوة العضلية عند الاحداث فى مختلف الاعمار المتساوين فى النضوج الجنسى , بينما في الاعمار ١٣-١٥ سنة والمتساوية تقويميا يلاحظ اختلاف كبير فى القوة العضلية .

الرياضيين الشباب (لاعبى الجمناستك والمصارعين و المبارزين ولاعبى الهوكى ولاعبى السلة و الكرة الطائرة) **يسبقون أقرانهم فى النمو الجنسى ,مع نمو في القوة العضلية بشكل أكبر وكذلك فى سرعة الجرى وفي القوة المميزه بالسرعه عند اداء التمارين الرياضيه**

,ولهذا فأن الرياضين في مرحلة البلوغ المبكر بعمر ١٤ سنه تكون نتائجهم اقل مستوى بالمقارنه مع الرياضيين الشباب الذين يتميزون بمستوى اعلى من التكامل الجنسي .

من ضروري دراسة الفروقات الفرديه للرياضيين وخاصة الطول وتركيب الجسم اضافه الى العمر التقويمي عند التدريب في مجالات التربيه البدنيه من اجل بلوغ التكانل الرياضي

<u>السرعه</u>

تنمو سرعه الاستجابه الحركيه وسرعة رد الفعل وسرعه الحركه الواحده وسرعه تكراراها بشكل متفاوت وحسب المراحل العمريه .

سرعه رد الفعل في عمر ٥-٧ سنوات تساوي تقريبا ٠,٣٠- ٠,٤٠ ثانيه اما في الاعمار التي تليها تصل ٠،٢٠ ثانية وفى عمر ١٣-١٤ سنة يتقارب هذا الزمن مع المعدل لدى الكبار ٠,١٥ – ٠,٢٠ ثانية .

تختلف **سرعة رد الفعل الحركى فى مختلف المجموعات العضلية** , حيث يلاحظ أكبر سرعة رد فعل عند ثنى الاصابع والساعد و أقل سرعة عند ثنى الجذع و الساق و الفخذ .

تقل فترة الكمون (الفترة التى تسبق الاستجابه الحركيه) **مع تقدم المرحلة العمرية** وبشكل غير متساوى , حيث تتسارع في سن ٩ - ١١سنة وما بعدها وبعد ١٣-١٤ سنة و**تبطيء وتقل فترة الكمون لرد الفعل الحركى عند التدريب فى سن ٩-١٢ سنة لأن هذا العمر أكثر ملائمة لنمو السرعة** .

زيادة نمو الجسم تقلل من الفترة الزمنيه اللازمه لتنفيذ الحركة ولحد ١٣-١٤ سنه حيث يقترب الوقت المصروف على تنفيذ الحركة الواحدة الى الوقت عند الكبار .

الرياضيون الشباب يتميزون بنمو **السرعة الحركية** , وفى عمر ١٣-١٤ سنة يلاحظ أيضا أن الاطفال المتدربين يفوقون الغير متدربين فى نمو السرعة الحركيه , و **تكون السرعة الحركية القصوى** لمختلف زوايا الجسم غيرمتساوية عند الاطفال وكذلك الكبار في مختلف الاعمار, وأقل سرعة حركية تلاحظ في مفصل الكاحل ,كما تلاحظ السرعة القصوى للحركة خلال ١٠ ثوانى في مفصل المرفق ومع تقدم

المرحلة العمرية تنمو بقدر ٣,٣ - ٣,٧ مرات مماعند الاطفال. ووجد ان في عمر ١١ سنة السرعة القصوى على الدراجة الهوائية تساوى ٣٨ حركة خلال ١٥ ثانية وعند الشباب بعمر ١٨ سنة تساوى ٤٧ حركة .

ان **نمو السرعة القصوى للحركة يزداد سنويا عند الاطفال** فىعمر ٤-٦ سنوات و فى عمر ٧-٩ سنوات , أما فى المراحل العمرية التالية تقل وتيرة ازدياد السرعة الحركية **وبعد عمر ١٥ سنة تتوقف** , ويعمل التدريب الرياضى على زيادة السرعة الحركية القصوى وخاصة عند الرياضيين الشباب وكما ذكرنا سابقا أن **عمر ٩-١٢ سنة تنمو فيه السرعة الحركية بشكل كبير** , لأن فى هذه المرحلة تأثير التدريب في نمو السرعة يكون بشكل أكثر ملائمة بينما فى الاعمار التى تليها يكون تطور السرعة أبطأ.

المطاولة

تزداد المطاولة مع ازدياد المرحلة العمرية وذلك بسبب زيادة القوة الثابتة و الحركية , فمثلا تزداد مدة القوة الثابتة للعضلات الثانية للاصابع لاعمار من ٣-١٨ سنة بحوالى ٣-٤ مرات مما كانت عليه.

ان زيادة مطاولة القوة في المجموعات العضلية المختلفة غير متساى ولا يحصل بوقت واحد , وفي عمر ٨ -١١ سنة تتميز العضلات الثانيةو الباسطة للساعد بمطاولة اكبر تليها العضلات الباسطة للجذع وفىعمر ١١-١٤ سنة تزداد بشكل كبير مطاولة عضلة الساق التوأمية

,ويلاحظ فى عمر ١٣-١٤ سنة انخفاض بسيط فى المطاولة للعضلات الثانية و الباسطة للساعد وكذلك العضلات الباسطه للجذع.عند نمو الجسم تزداد المطاولة عند تنفيذ الاوضاع المعقدة في الجمناسيك مثل التعلق والاستناد ففى سن ١٣-١٧ سنة تزداد مدة التعلق بحوالى ٤ مرات و فى عمر ١٣-١٤ سنة تبطاء وتيرة نمو المطاولة الثابتة , ومع تقدم المرحلة العمرية تزداد فترة أداء العمل الحركى الشديد .

تختلف الاناث عن الذكور فى تطور المطاولة وكلما تقدمت المرحلة العمرية كلما زاد الاختلاف و كان كبيرا ,في عمر ١٤-١٥ سنة وعند الجنسين (الذكور و الاناث) تزداد المطاولة بالمقارنة مع الاعمار ٨-٩ سنوات اكثر بحوالى ٢-٣ مرات و تلاحظ أكبر مطاولة فى سن ١٢-١٥ سنة .

يتميز الرياضيون الشباب بارتفاع نمو قابليتهم الوظيفيه بشكل كبير مقارنة بغير الرياضيين فمثلا الاناث السباحات بعمر ٨-١٥ سنة تزداد لديهن القابلية الوظيفيه بشكل ملحوظ . وتزداد القابليه الوظيفيه عند الاناث بحوالى ٣ اضعاف أما عند الذكور فتزداد بحوالى ٣-٤ اضعاف .

المرونة

هى قابلية تنفيذ الحركات لمدى كبير , وتعد المديات المحدده للمفصل لاداء الحركة هي حدود المرونة , وللمرونة علاقه كبيرة بحركة المفاصل والخاصية المطاطية للعضلات و الأربطه المحيطة بالمفصل ,والتي تتغير تبعا لتأثير الجهاز العصبى المركزى .

تتغير المرونة مع نمو الجسم وبشكل غير متساوى , فمثلا نلاحظ عند بسط العمود الفقرى تزداد المرونة عند الذكور بعمر ٧-١٤ سنة و الاناث بعمر ٧-١٢ سنة , أما فى الاعمار الاكبر تقل حركة ثنى العمود الفقرى وتزداد بشكل كبير فى عمر ٧-١٠ سنوات أما فى عمر ١١-١٣ سنة تقل المرونه , ويلاحظ ارتفاع المرونة عند الذكور فى عمر ١٥ سنة , وأما عند الاناث في عمر ١٤ سنة .

تقل المرونة عند اداء الحركات الشديدة الايجابية بالمقارنة بالحركات السلبية , عند حركة الثنى والمد فى مفصل الكتف تزداد المرونة في سن ١٣ سنة و تزدادا المرونة فى مفصل الورك بعمر ٧-١٠ سنوات أما بعدها فيكون تطور المرونة أبطاء و الى سن ١٣-١٤ سنة حيث تتقارب المرونة مع الكبار.

<u>التوافق</u>

يشمل التوافق الظواهر (الدقة و الانشار فى الفراغ) , وينمو التوافق بشكل كبير في عمر ٧-١٠ سنوات و لكن في عمر ١٠-١٢ سنة يلاحظ استقرار هذه القابلية مع دقة اداء الحركة فى المكان , وفى عمر ١٤-١٥ سنة تختل قابلية تقويم وضع الجسم و أجزائه المختلفة فى الفراغ , ومع تقدم المرحلة العمرية في عمر ١٦-١٧ سنة ترتفع هذه القابلية وتصل بشكل متكامل كما عند الكبار, ويساعد التدريب المنتظم على تحسين الدقه الحركية و الانتشار فى الفراغ.

خلال مراحل نمو الطفل تتغير قابلية تمييز وتيرة الحركة , ولقد وجد أن هناك انحراف كبير في وتيره الحركة فى عمر ٧-٨ سنوات والى حد ١٤ سنة حيث تتحسن الوتيره الحركية وتتكامل كما عند الكبار , ولذلك أن للعمر دور كبير فى تكامل قدرة توافق نشاط العضلات لذا فأن الاحداث فى عمر من ١٣-١٤ سنة يستطيعون تنفيذ الحركات المعقده والصعبة التوافق الحركى .

الطاقة والنشاط العضلى في المراحل العمريه للاطفال

التوازن الغذائى يلعب دورا كبيرا فى النمو البدنى والذهني للأطفال ويتزايد نمو اجهزة الجسم عندما تتم التغذيه بشكل صحيح . .

تمثيل البروتينات

يحتاج الاطفال فى اليوم الواحد مايساوى ٣ غرام لكل ١كغم من وزن الجسم من البروتينات في عمر ٧- ١١ سنة والى ٢,٥ غرام لكل ١كغم من وزن الجسم فى عمر ١١- ١٤ سنة والى ١,٥ فى عمر ١٤ سنة فأكثر .

يحتاج الذكور الى البروتينات أكثرمن الاناث وكلما زاد التدريب الرياضى كلما ازداد الاحتياج للبروتينات أكثر , ويحتاج الرياضييون الشباب الى البروتين الحيوانى اكثر لكونه يحتوي على جميع الحوامض الامينية .

تمثيل الكربوهيدرات

تعد الكربوهيدرات من مصادر الطاقة الضروريه للرياضيين الشباب , وان احتياطى الكربوهيدرات فى الكبد و العضلات قليل وقابلية تحريره بطيئة عند الاطفال والاحداث مقارنة بالشباب ولهذا عند النشاط العضلى الشديد والذى يتطلب نسبة عالية من الكربوهيدرات يحدث انخفاض سريع فى نسبة السكر فى الدم عند الاحداث , ويحتاج الجسم (٨- ١٥) غرام لكل ١كغم من وزن الجسم فى اليوم من الكربوهيدرات.

تمثيل الدهون

تزود الدهون مايعادل ٣٠- ٣٥ % من السعرات اللازمه للأطفال , ويحتاج الطفل في عمر ٧-١١ سنة ٧٠-٨٠ غرام يوميا , و يحتاج في عمر ١١ – ١٥ سنة الى ٩٠-١٠٠ غرام يوميا .

تبادل الطاقة

يستهلك الاطفال الطاقة وفقا لوزن الجسم والمساحة السطحيه نسبة أعلى من الطاقه مقارنه مع الكبار , وذلك بسبب نشاط وظائف الاكسدة, وعند أداء عمل متماثل يستهلك الاطفال طاقة أكبر من الكبار , وذلك لان عند الاطفال تستهلك طاقة ضائعة بنسبة أعلى من الكبار نسبة الى كغم / متر من العمل.

تكون نسبة تمثيل الطاقة عند الاطفال أقل بالمقارنة مع مستوى ارتفاع الطاقة عند الكبار, لذلك تكون القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين أقل

عند الاطفال , وأن القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين لها علاقة بالعمر التقويمى اضافة الى سرعة نمو الجسم .

تزداد عند الرياضيين الشباب قابلية التبادل الاوكسجينى الى الحد الاقصى مقارنة مع غير الرياضيين , كما يتميز الاطفال بانخفاض الانتاجية اللاهوائية. , ويتوقف الاطفال بعمر ٩-١٠ سنوات عن اداء النشاط البدني الشديد عند ازدياد الطلب الاوكسجينى , تعد الانتاجية الهوائية واللاهوائية من احدى العوامل التى تحدد من القابلية الوظيفيه للعضلات عند الاطفال .

الدم و الدورة الدموية

الدم

تبلغ كمية الدم عند الاطفال بعمر ٧-١٢ سنة ٧٠ مللتر لكل كغم من وزن الجسم أما الكبار فحوالى ٥٠-٦٠ مللتر لكل كغم , و يتميز الاطفال **بانخفاض كمية الكلوكوز فى الدم عمر ٧سنوات حيث تبلغ كميته** ٧٠-٨٠% ملغم من نسبته عند الكبار وفى عمر ١٢-١٤ سنة ٩٠-١٢ % ملغم مقاربة بالكبار وبعد ذلك يتقارب مع نسبته عند الكبار.

عند تقدم المرحلة **العمرية تنخفض قابلية التخمر** فى الدم ,وذلك لتحلل الكربوهيدرات عند الكبار بحوالى ٤ مرات مقارنة مع الاطفال بعمر ٧-٨ سنوات .

تقل **عند الاطفال نسبة الهيموجلوبين والسعة الاوكسجينية فى الشرايين** بعد النشاط البدنى الشديد . و**ترتفع لزوجة الدم و يقل عدد**

الخلايا الحمراء عند الشباب , ويزداد عدد الاقراص الدموية وتتسارع عملية تخثر الدم .

يحدث الاستشفاء في هذه المرحلة بعد ٦ ساعات من انتهاء الجهد أما عند الكبار بعد ١,٥-٢ ساعة .وعند الشباب وفى حالة عدم كفاية الاوكسجين تتغير فترة لزوجة الدم ونسبة الهيموجلوبين بشكل مفاجئ مع تقدم المرحلة العمرية.

القلب

- يزداد حجم القلب الكلي وخاصه عند تدريبات المطاوله المنتظمه , وان نشاط الاداء الوظيفي للقلب يزيد من سعه الفواصل فى الاوعيه الدمويه ولهذا السبب يتم تزويد الانسجه العامله فى الاعضاء المختلفه بالدم بشكل جيد , و**تتحسن الدوره الدمويه الطرفيه وتنشط وتتفتح اوعيه دمويه** جديده اثناء النشاط العضلى .

- تزداد مده الدوره القلبيه كلما ازداد العمر وفى عمر ٦-٧ سنوات تستغرق ٠,٦٤ ثانيه اما فى عمر من ١٢- ١٤ سنه تصل ٠,٧٢ ثانيه

- عدد الضربات القلبيه فى عمر ٧ سنوات تقارب ٨٥- ٩٠ ضربه فى الدقيقه , وفى عمر ١٤ - ١٥ سنه ٧٠-٨٠ ضربه فى الدقيقه .

سرعه الضربه تذبذب بشكل كبير حيث تكون اقل في وقت الراحه عند الرياضيين الشباب عند تدريب المطاوله لفتره طويله واقل عند الرياضيين الاكبر سنا .

سرعه التقلصات القلبيه تقل مع تقدم العمر وانتظام الجهد ويظهر الشباب الاقتصاديه العاليه عند التأقلم على الجهد , وفي حاله التمارين عالية الشده فأن سرعه الضربه ترتفع عند الرياضيين الشباب عن سرعتها عند الكبار . اما حجم الضربه عند الشباب يكون اقل.

تزداد سرعه النبض مع تقدم المرحله العمريه بسبب ارتفاع نشاط الوظائف القلبيه . وتزداد ضربات القلب عند الاحداث زياده كبيره مقارنه مع الكبار في الحالات (ارتفاع الجهد , زياده شدة الجهد , زياده مده ألجهد , زياده تكرار التمرين وتقليل فتره الراحه) و يرتبط تحديد القابليه التقلصيه للقلب عند اداء التمارين الرياضيه بمقدار الجهد والعمر .في العمل لمده **قصيره (تمارين القوه القصوى)** يتم استشفاء النبض عندالاطفال بعمر ١١- ١٢سنه بشكل اسرع مقارنه مع الكبار وان **الجهد الشديد الذي يستغرق فترة طويله يتأخر استشفاء النبض .**

يزداد **حجم الدم في النبضه الواحده وخلال الدقيقه** الى الحد الاعلى في الارتفاع مع زياده العمرلذا يقل حجم الدم في النبضه الواحده عند الاطفا ل ويزداد حجم النبضه وسرعة ضربات القلب عند اداء التمارين الرياضيه ولكن تكون الزياده اقل عند الاطفال مقارنة بالكبار.وتحصل زيادة حجم الدم بالدقيقه بسبب ازدياد ايقاع القلب .

<u>الضغط الدموي</u>

يرتفع الضغط الشرياني عند الاحداث والشباب في عمر ١٣-١٦ سنه , و يلاحظ احيانا ارتفاع وقتي للضغط الانقباضي الى حد ١٤٠ ملم/

زئبق , ويزداد الضغط الدموي في النشاط العضلي عند الاطفال بنسبه اقل مقارنه مع الكبار , **ويكون ارتفاع الضغط الانقباضي عند الرياضيين الشباب اعلى مقارنه مع الشباب غير الرياضيين .**

التنفس

تتطور **وظيفه التنفس مع ازدياد نمو الجسم** , وتكون سرعة **التنفس عند الاطفال عند الراحه اكبر من الكبار**, ولكن اقل عمقا , وتصل **سرعة التنفس الى ٢٢-٢٦ مره في الدقيقه وبعمق ١٦٠-٢٤٠ مللمتر في عمر ٥-٧ سنوات** .

يرتفع حجم التنفس خلال الدقيقه الى الحد الاقصى مع زياده العمر ونمو الجسم حيث يزداد الطلب للاوكسجين , ويستخلص ١ لتر من الاوكسجين في عمر ٧-١٠ سنوات من (٢٩-٣٠) لتر هواء , وعند الاحداث من (٣٢-٣٤) لترهواء , اما عند الكبار من (٢٤- ٢٥) لتر هواء.

عند الاطفال يستخلص لتر واحد من الاوكسجين للانسجه من (٢١-٢٢) لترمن الدم اما عند الكبار فاكثر من(١٥-١٦) لتر وترتفع التهويه القصوي للرئه وبصوره ارداياه مع تقدم المرحله العمريه وتكون اكبر عند الرياضيين الشباب بالمقارنه مع غير الرياضيين .

عندما **تقل تهويه الرئه الاراديه تحدد من قابليه التنفس عند النشاط البدني او الجهد العالي** ويحتاج الاطفال بعمر ١١-١٢ سنه الى الاوكسجين بنسب اقل عند اداؤهم التمارين بشده قصوى

بالمقارنه مع الشباب والكبار , لذلك كلما ازداد العمر كلما احتاج الى نبض اوكسجين اعلى ويقصد بالنبض الاوكسيني (علاقه ما يحتاجه الفرد من الاوكسجين خلال الدقيقه الى سرعه التقلصات القلبية وحجم الاوكسجين المستخلص من لتر واحد في الهواء المستنشق) , وهذا يدلل على ان العلاقه الوظيفيه للتنفس وجهاز الدوران ترتفع بزياده العمر , ويتميز الاطفال بقيم وظيفية تنفسيه اعلى فعلى سبيل المثال. حجم الاوكسجين المستخدم لكل ١كغم يساوي ٢٦,٤ مللمتر عند الاطفال بعمر ١١-١٢ سنه اما الشباب بعمر ١٨-٢٠ سنه يساوي ١٤,٧ مللتر .

الفصل العاشر

الهرمونات (Hormones) والانزيمات(ENZYMES)

المبحث الاول

الهرمونات (Hormones)

الهرمون Hormones

التصنيف الكيميائي للهرمونات

وظائف الهرمونات

اماكن عمل الهرمونات

- كيف يعمل الهرمون
- انواع عمل الهرمونات
- الهرمونات الموضعية Local
- الهرمونات العامه
- العوامل المساعده في افراز الغدد الصماء ومستوى الهرمونات في الدم

تصنيف الهرمونات

الخصائص العامه للهرمونات

الغدد في الجسم Gland in Human Body

اولا-(الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

ثانيا -(الغدد الصماء القنوية): Exocrine خارجي

ثالثا- الغددالمشتركه (endo - exo crine

أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا- الغدة النخامية (pituitary Gland)

ثانيا- الغدتان الكظريتان Adrenal Gland :

ثالثا – الغده الدرقيه Thy roid

رابعا- الغدد جارات الدرقيه Parathyroid Glands
خامسا- غدة البنكرياس Pancreas
سادسا- المناسل Gonads
سابعا - الغده الزعتريه Tymus Gland
ثامنا- الغده الصنوبريه Pineal Gland
تاسعا- بطانة المعده والامعاء Mucosa of Stomach and Intestine
عاشرا- الكليتان Kidney
الحادي عشر- هرمون القلب

المبحث الثاني

الانزيمات

تكوين الانزيمات
وظائف الانزيمات

آلية عمل الانزيمات

خواص الانزيمات

انواع الانزيمات

العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات

النشاط الرياضي والانزيمات

المبحث الاول
الهرمونات Hormones

الهرمون Hormones

كلمة هرمون مشتقه من اليونانيه (Hormad) وتعني نشط او فعال وقد استخدمت فيما بعد لوصف المواد الكيميائيه المحفزه والمثبطه التي تفرز من الغدد الصماء وتنتقل خلال الاوعيه الدمويه الى اعضاء الجسم لتنظيم نشاطها و كلمة هرمون تعني الرسل الكيميائيه Messengers التي تنتقل عبر الدم من الغدد الصماء الى الخلايا الهدف **وتعرف الهرمونات:**

هي مادة كيمياوية تفرز من الغدد الصماء داخل الجسم الحي وبكميات قليلة تنقل بعد إفرازها إلى سوائل الجسم ومن ثم إلى الدم ، حيث توجد الأعضاء المستهدفة (Target organs) لغرض تنسيق وظائفها والتي تحدث أستجابة فسيولوجية نموذجية في خلايا أخرى .

الهرمون لا يغير من التفاعلات الكيمياوية ولكن ينظم فقط (يحفز أو يثبط) ويحتاج الهرمون الى وسيط داخل الخليه الهدف مثل (AMP) احادي فوسفات الادينوزين الحلقي الذي ينشط الهرمون انزيميا في الخليه ويحولATP الى AMP .

الهرمونات مواد عضوية تنتج بشكل طبيعي في الجسم وتحدث تأثيرات تنظيمية في ايض الكائن الحي ويحتاجها الجسم بكميات ضئيلة جداً ويظهر تأثيرها بعيداً عن المكان الذي تكونت فيه .

يقوم الجهاز الهرموني بالتنسيق مع الجهاز العصبي بتنظيم النشاط الكيميائي لخلايا وانسجة الجسم المختلفه , ويتميز الجهاز العصبي عن الجهاز الهرموني بتنسيق وسرعة الاستجابه (اقل ما ٤/١ ثانيه) لاي اضطراب في اسقرار التجانس في خلايا الجسم تبعا للتغييرات البيئيه الخارجيه والتغييرات الانفعاليه لذا يطلق عليه **جهاز التحكم السريع ,** اما الجهاز الهرموني يكون عادة بطيء الاستجابه (١٥ ثانيه تقريبا) لكن تأثيره يستمر لفترة اطول ويسمى **بجهاز التحكم البطيء** .

يتكون الجهاز الهرموني من الغدد الصماء التي تفرز الهرمونات مباشرة الى الدم لتقوم بوظائفها في احداث الكثير من التغييرات البيولوجيه في الجسم وخاصة التمثيل الغذائي لذا فأن الغدد الصماء تكون مسؤوله عن الاستجابات الوظيفيه والتكيف للنشاط الرياضي .

التصنيف الكيميائى للهرمونات

- الهرمونات الستيرويديه (البنائيه) Steroids

وتشمل (الكورتزول, الالدوستيرون , الاستروجين , البروجستيرون ,التستيرون)

- الهرمونات اللاستيرويديه Nonsteroidal

وتشمل

- **البروتينيه** (هرمون النمو , البرولاكتين , الباراثورمون, كالسيتونين)
- **الاحماض الامينيه** (هرمون الابنفرين ,النورابنفرين ,الميلاتونين , الثيروكسين)
- **البروتين السكري** (الهرمون المحفز للحوصلات , الهرمون المللوتن , المحفز للغده الدرقيه. هرمون الحمل)
- **البيبتيدات (** الهرمون المضاد للتدرر , الاوكسيتوسين , المحفز للميلانين ,هرمون القلب)

وظائف الهرمونات

- **التمثيل الغذائي metabolism** ويتضمن السيطرة على إنتاج الطاقة واستهلاكها وعلى عملية الهضم .
- **موازنة السوائل والأملاح (ثبات** الوسط الداخلي للخلايا وخاصة تركيب محاليل الجسم) .
- **المساعده في ضبط بيئة الجسم الداخليه** عن طريق تعديل التركيب الكيميائي لبعض جزيئات الخلايا المستجيبه .
- **الاستجابه لتغيرات بيئيه رئيسه** تساعد الجسم في مواجهة الحاجات الطارئه مثل العدوى والجفاف والجوع وتغيرات الطقس الحاده والكرب العاطفي

- **تطور ونمو الجهاز الجنسي** اي تشترك في جميع العمليات الجنسيه (المساهمه في عمليات التكاثر , مثل تكوين الخلايا الجنسيه والاخصاب وتغذية الجنين والولاده وتغذية الوليد)
- **التحكم في النمو الطبيعي وجعله متناسقا ومتكاملا**
- **تؤثر على الأستجابة ورد الفعل للأوامر العصبية**

اماكن عمل الهرمونات

- **غشاء الخلية**
- **الانزيمات داخل الخلية**
- **نواة الخلية**

ان الهرمونات تنقل بوساطة الدم إلى جميع خلايا الجسم لذا فإن خلايا الجسم تتعرض إلى جميع الهرمونات ومع ذلك فإن بعض الأنسجة فقط تستجيب للهرمونات المناسبة ومن قبل مستقبلات الهرمون والتي يمكن تعريفها:

مستقبلات الهرمون (مجاميع جزئية فريدة في الخلية عليها ان تتفاعل مع الهرمون لكي تظهر الاستجابة أو مجموعة من الاستجابات) .

ان عدد المستقبلات غير ثابت فهي تزداد اوتقل بحسب الحاجه وكلما زاد عدد المستقبلات زادت الحساسيه نحو الهرمون لانه سيؤدي نفس الغرض ولكن بكميات اقل .

كيف يعمل الهرمون

تعمل الهرمونات في جميع الجسم بأنسجام كلي حيث تنجز عملها كمنظمات فسيولوجيه وتتداخل الهرمونات المختلفه في فعالياتها بشكل معقد وقد تكون بعلاقة نعاون او تضاد وهذا يهيء التدرج والمطالبه للاستجابه ليستطيع الاستقرار الذاتي وهناك مجالات تلعب فيها الهرمونات دورا تنظيميا حاسما .

عندما يتصل الهرمون بالمستقبل الخاص به يحدث تغيراً أما موضعياً مثل (الادرنالين) على غشاء الخلية أو يحفز عمليات انزيمية تؤدي إلى تكوين C-AMP (حامض اميني) الذي بدوره يؤدي إلى تكوين

بروتينات خاصة تقوم بعمل الهرمونات وعندما يفرز الهرمون من الغده الصماء الى الدم يصبح بتماس مباشر مع جميع اجهزة الجسم , ولكنه لايعمل الا على العضو او الخليه الهدف ويتم ذلك بوساطة مستقبلات حيث ان في كل خليه مستقبلات متخصصه مايقارب (٢٠٠٠- ١٠٠٠٠) مسقبل وتكون هذه المستقبلات متخصصه بشكل دقيق جدا حيث لاتعمل الا على الهرمون الخاص بها الذي يحمل شفرتها(Cod e) وهذه المستقبلات لها اماكن خاصه مثلا مستقبلات الادرنالين والنورادرنالين توجد في السايتوبلازم .

تؤثر الهرمونات في الجسم بزيادة او نقصان نشاط خلوي معين وليس بتحفيز نشاط جديد ان التغييرات التي تنشأ من ارتباط الهرمون بمستقبلاته في اغشية الخلايا تشمل النفاذيه الانتقائيه وتحفيز او تثبيط عمل الانزيمات وتحفيز المادة الوراثيه في الخلايا المستجيبه لاصدار تعليمات جديده لصنع انزيم معين .

وتحدد الحاجة إلى الهرمون عن طريق التغذية الراجعة العكسية (التثبيط السالب)(Negative feed Back) فعندما يصل مستوى الهرمون للحد المطلوب يرسل العضو الهدف إشارات إلى الغدد الصماء للتوقف عن إفراز ذلك الهرمون وعندما يصل الى كمية كافية يتوقف الإفراز .

تعتمد الفعاليه الحيويه لعضلات الجسم على الارتباط الوثيق بين اجهزة الجسم المختلفه وخاصة الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء فمثلا عند اداء اي نشاط بدني تحتاج العضلات الى الكلوكوز ليزودها بالطاقه اللازمه للحركه ويقوم الكبد بتجهيز هذه الطاقه وللسيطره على كمية الكلوكوز المستهلك والمنتج فالبنكرياس يستطيع تحسس كمية الكلوكوز ويفرز هرموناته بكميه معينه للسيطره على ذلك .

ان مستوى الهرمون في الدم غير ثابت فهو يتغير من ساعة لأخرى ومن يوم لأخر أو حتى من شهر لأخر .

انواع عمل الهرمونات

تعمل الهرمونات ام موضعياً او عاماً:

- **الهرمونات الموضعية Local**

تفرز هذه الهرمونات على بعض انسجة الجسم حيث تقوم بوظائف موضعية خاصة بالجهاز الذي تفرز فيه , كما يحدث في تنظيم افرازات الجهاز الهضمي وكذلك حركة الجدران العضلية في بعض اعضاء الجسم ومن امثلة هذه الهرمونات الاستيل كولين(Ach) .

- **الهرمونات العامه**

تقوم هذه الهرمونات بوظائفها على مستوى الجسم ككل فلا تقتصر وظائفها على التنبيه فقط ولكنها تشترك بفعالية في بعض العمليات الفسيولوجية كالتمثيل الغذائي والنمو , وتقوم الغدد الصماء بأفراز هذه الهرمونات ومن امثلتها الادرنالين والنورادرنالين .

العوامل المساعده في افراز الغدد الصماء ومستوى الهرمونات في الدم

- تأثير الجهاز العصبي على الغدد الصماء
- تأثير عدد الغدد الصماء على بعضها حيث تنظم افرازها ومستوى هرموناتها في الدم
- حالة الجسم الانية كأن يكون الشخص تحت جهد بدني او نفسي معين .

تصنيف الهرمونات

تصنف الهرمونات الى (ايضيه وشكليه وعقليه سلوكيه)

الايضيه

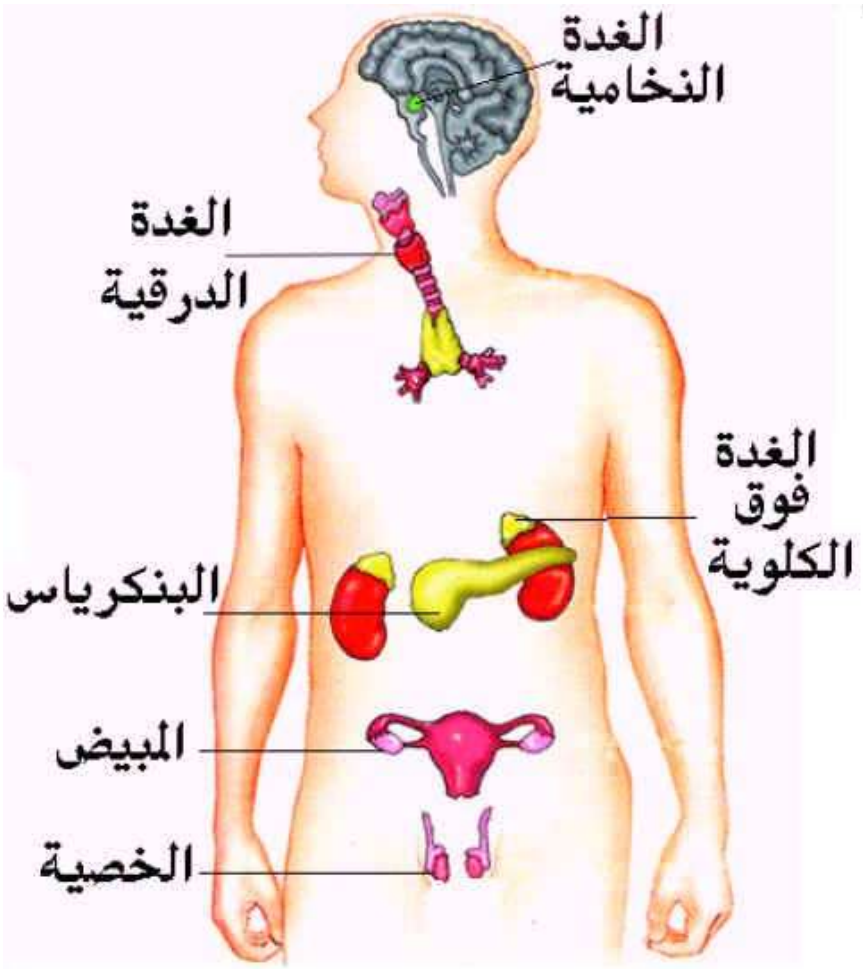
تشمل فئه واسعه وتقوم بالسيطره على القناة الهضميه وملحقاتها والسيطره على انتاج الطاقه واستهلاكها والسيطره على تركيب الماء خارج الخلايا.

الشكليه
مسؤوله عن التفاعلات بين الهرمونات والتحكم بالنمو الطبيعي وتشترك في جميع العمليات التناسليه .
العقليه والسلوكيه
تعتمد الوظيفه العقليه المثاليه على الموازنه الصحيحه لعدة هرمونات والتكيفات الضروريه التي يجب ان تتم للمحيط غير الملائم اذ تنظم من قبل الهرمونات والفعاليه الهرمونيه قد تؤثر على الطريقه التي يستجيب فيها الفرد للحالات اليوميه لهذا تلعب الهرمونات دورا في تجسيد شخصية الفرد .

الخصائص العامه للهرمونات
- الخصوصيه في التأثير عل بعض اعضاء الجسم دون غيرها للقيام ببعض الوظائف والتغيرات الخاصه
- لها نشاط بايولوجي كبير حيث ان كميه قليله منها تؤدي تأثيرا كبيرا
- لها القدره على التفاعل بعيدا عن موضع افرازها
- لها القدره على النفاذيه خلال الانسجه والخلايا
- تتكسر الهرمونات بسرعه في الانسجه لذا فأن الغدد تقوم بافرازها بشكل مستمر للمحافظه على مستواها في الدم

الغدد في الجسم Gland in Human Body
يعد الجهاز الغدي ثاني اكبر جهاز ضبط واتصال في الجسم ويقوم بالتسيق مع الجهاز العصبي في توجيه وضبط انشطة خلايا الجسم لكنه بشكل ابطأ من الجهاز العصبي الذي يستعمل المنبهات العصبيه لحث الجسم على العمل الفوري لاجراء التعديلات الوظيفيه المناسبه استجابة لتغيرات تحدث داخل وخارج الجسم ,اما الجهاز الغدي فيعمل بسرعة اقل ويستعمل الرسل الكيميائيه (الهرمونات) التي تطلق الى مجرى الدم لتصل الى انحاء الجسم .
يقوم الجهاز الغدي بتنظيم العمليات التي تتواصل في الجسم لفترات طويله ويتصف الجهاز الغدي بصغره اذ ان غدد هذا الجهاز تزن اقل

مـن ٢/١ كغـم وان اعضـاءه لاتتصـل تشـريحيا مـع ذلـك فـأن عملهـا متناسق لضبط توازن الجسم .
يتكون الجهاز الغدي من الغدد الصماء التي. تنشأ من النسيج الطلائي وتتزود بكميات وافره من الدم وتفرز هرموناتها اما على هيئة بروتينات او ستيرويدات ولاتفرز هذه الغدد هرموناتها بصورة متواصله وانما يخضع افرازها لعملية ضبط التغذيه الراجعه(Feedback Control) نتيجة تفاعلات مع البيئه الداخليه للجسم وبيئته الخارجيه .شكل (٤٤).



شكل رقم (٤٤) يبين جهاز الغدد الصماء

انواع الغدد الصماء

اولا-(الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

تفرز الهرمون بشكل مباشر إلى المجرى الدموي وهذه تؤثر على نسيج معين أو خلايا معينة فقط (مثل الغده الكظرية) شكل (٤٤)

ثانيا -(الغدد الصماء القنوية): Exocrine خارجي

وهي تفرز عن طريق قناة خاصه وتكون القناة في الجسم (مثل الغدة العرقيه و اللعابية والدهنية والهضمية والمخاطية) ولهذه الغدد دور هام في تنظيم درجة الحرارة بحيث تساعد على دخول الهواء إلى الجسم بدرجة حرارة الجسم .

ثالثا- الغدد المشتركه (endo - exo crine)

لهذه الغدد دور هام في المحافظه على درجة الحراره سواء كانت مرتفعه او منخفضه حيث تحافظ وتسيطر على درجة حرارة الجسم ومن امثلتها(غدة البنكرياس) .

أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا - الغدة النخامية pitui

ثانيا- الغدتان الكظريتانAdrenal Gland :

ثالثا – الغده الدرقيه) Thy roid

رابعا- الغدد جار ات الدرقيه Parathyroid

خامسا - البنكرياس (الكبد) pancreas

سادسا -المناسل Gonads وتشمل المبايض (عند المرآة) ovaries والخصيتين (عند الرجل) Testes

المشيمة (عند المرآة) placenta

سابعا- الكليتان Kidneys

ثامنا - بطانة المعدة والأمعاء (مزدوج) Mucosa of Stomach and Intestine

تاسعا - الغدة الزعتريه الثيموسيه Thymus

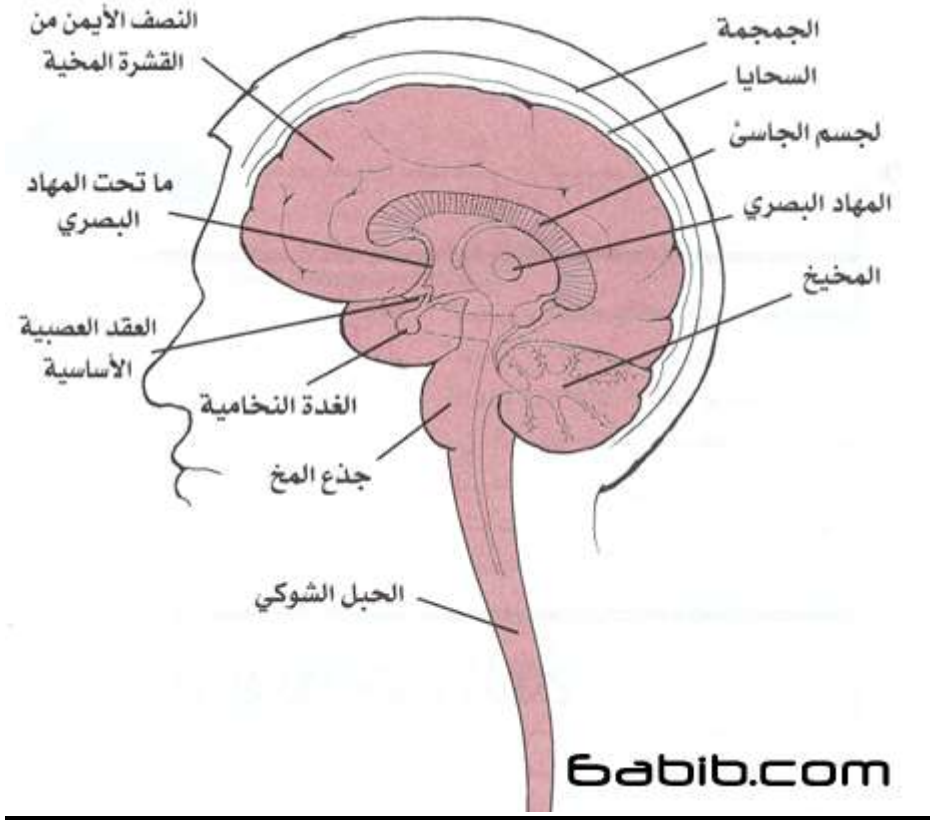
عاشرا - الغده الصنوبريه Pineal

الحادي عشر- القلب Heart

رغم عدم ارتباط هذه الغدد تشريحيا الا انها تعمل بطريقه متعاونه ولايؤثر نشاط احداهما على الاخرى.
ولاتقوم هذه الغدد بأنشطه جديدة لخلايا الجسم بل تعمل على تغيير معدلات الانشطه التي تقوم بها هذه الخلايا بحيث تزيد او تقلل من سرعتها

اولا- الغدة النخامية pituitary Gland

تقع هذه الغده الصغيره الحجم اسفل الدماغ في بيت عظمي لحمايتها , وهي تتدلى من تحت المهاد , يبلغ قطرها ١،٣سم , ومن الجدير بالذكر ان الغدة النخامية هي الغدة الرئيسية في الجسم وان الهايبوثلامس (تحت المهاد) هو الذي يسيطر على جميع هرموناتها .
هناك ستة هرمونات تفرز من هذه الغده جميعها تزداد في حالة الجهد الرياضي حيث يتم تحفيز الهايبوثلامس عن طريق الجهد الرياضي وهو بدوره يحفز الغده النخاميه وهرموناتها .شكل (٤٥)



شكل رقم (٤٥) يبين الغده النخاميه

وتقسم الغدة النخاميه إلى ثلاث فصوص (الفص الامامي والوسطي والخلفي)

- الفص الامامي Anterior lobe

هو الجزء الأكبر والاهم وهو منفضل عن الجزء الخلفي , ويفرز من هذا الفص عدة هرمونات تؤثر على وظائف اعضاء كثيره في الجسم **ومن أهم هرموناته (الهرمون المنشط للغدة الدرقيه , الهرمون المنبهة لقشرة الغدة الكظرية , الهرمون المنبه للغدد الجنسية , هرمون النمو) :**

- الهرمون المنشط للغدة الدرقيه Thyroid Stimulating Hormone

يؤثرهرمون **TSH** في نشاط الغده الدرقيه , ويعمل على إفراز الهرمونات T3-T4 والذي تسيطر على إفرازهما (التغذية الراجعة العكسية) التي تنظم عملية افراز هذه الغدد, فأذا قل **TSH** الخارج من الغده الدرقيه تنخفض نسبة الثايروكسين لغرض الموازنه لتبقى ضمن مستوى معين .

- الهرمون المنبهة لقشرة الغدة الكظرية (ACTH)Adrenocorticopic Hormone

ينظم هذا الهرمون نشاط قشرة الغده الكظريه في حالة نقص الكورتزون في الجسم حيث يفرز هذا الهرمون والعكس صحيح .

- الهرمون المنبه للغدد الجنسية Condotrophic hormones

تنظم هذه الهرمونات انشطة هرمونات المبيض عند المرأه والخصييتين عند الرجل **وتشمل(الهرمون المحفز للحويصلات ,الهرمون المصفر , الهرمون المحفز لافراز الحليب).**

الهرمون المحفز للحويصلات FSH follicle stiulating hormone) يعمل على نمو حوصلات المبيض وكذلك يحفز على الاباضه Ovulation اما في الذكر يحفزعلى نمو الحيوانات المنويه في الخصيه .

الهرمون المصفر luteinizing hormone (LH)

يحفز عملية الاباضه ويساهم في تحويل حوصلة جراف الناضجه الى الجسم الاصفر corpus luteum الذي يحفز بدوره لانتاج هرموني الاستروجين والبرجستيرون عند الانثى , اما عند الذكر فيحفز الانيبيات المنويه لانتاج هرمون التستيرون المسؤول عن الصفات الذكريه الثانويه .

الهرمون المحفز لافراز الحليب loctogenic hormone

يعمل بعد الولادة حيث ينبه لأفراز الحليب في الثدي .

- هرمون النمو Groth hormone

يسمى ايضا الهرمون الموجه للخلايا **الجسديه Somatorpic hormone**

يعمل هذا الهرمون على الاسراع في بناء البروتين ونموخلايا العظام الطويله والأنسجة الأخرى (العضلات الهيكليه) وبعد انتهاء نمو العظام الطويله يؤدي الى زيادة نمو العظام بالعرض , حيث تتضخم عظام الوجه والاطراف(acromegaly) وله دور في تحديد الحجم النهائي للجسم , وان قلة افرازه تؤدي إلى القزومية Drowfism وافرازه بشكل كبير يؤدي إلى العملقه Giagantism.

يعمل هذا الهرمون بشكل ملحوظ في فترة ماقبل البلوغ ويقل نشاطه في مرحلة مابعد البلوغ ليساهم في بناءالانسجه المهدمه .

له تاثير على نسبة السكر في الدم كما له تاثير على زيادة التمثيل الغذائي (الكالسيوم , الفوسفات) وله علاقه ببناء الانسجه .

يحفز هذا الهرمون تحويل الاحماض الامينيه الى البروتينات كذلك يساهم في تحطيم الدهون لتزويد الجسم بالحراره اللاز

هرمون النمو والنشاط الريا

يزيد مستوى النمو هرمون اثناء النشاط الرياضي الخفيف والمتوسط الشده حيث يصل الى اضعاف مستواه الطبيعي في الدم اثناء فتره اقصاها ساعه ويرجع الى مستواه الطبيعي في عدة ساعات , **وتحدث الزيادة عند غير المتدربين بشكل اكثر** في حين تكون زيادته خفيفه

عند المتدربين لتعود الجسم على الجهد والتكيف , اما في الشده العاليه فان مستوى هذا الهرمون يزداد بسرعه عند كلاهما ولكن تختلف سرعة عودته الى المستوى الطبيعي حيث تكون اسرع لدى المتدربين في حين يبقى مرتفعا عند غير المتدربين لعدة ايام .

يستخدم هرمون النمو كمنشط في المجال الرياضي ولذلك مخاطر عده حيث ان تعاطيه في فترة الطفوله يؤدي الى تشوهات , اما في سن البلوغ فيؤدي الى التضخم في بعض اجزاء الجسم وليس كله Acromegally .

لهرمون النمو اهميه كبيره اثناء ممارسة النشاط الرياضي لامكانيته في استهلاك الدهون كمصدر للطاقه في العضلات كونه يساعد في عملية التمثيل الغذائي للاحماض الدهنيه وتحويلها من الانسجه الدهنيه الى الدم وعادة يظهر بعد فترة طويله من ممارسة النشاط الرياضي وعندما تكون الشده عاليه او دون القصوى واثناء الراحه , ويزيد افراز هذا الهرمون اثناء النشاط الرياضي لفائدته للانسجه الضامه والنمو العضلي مما يزيد من قوة الاوتار والاربطه والعضلات لايوجد فرق بين مستوى الهرمون بين المتدربين وغير المتدربين بل قد يظهر بمستوى اقل في حالة تكيف الجسم مع حمل التدريب وقد يعود ذلك الى انخفاض التوتر النفسي للمتدربين .

<u>جميع هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية لها :</u>

- تأثيرات على نسبة السكر في الدم حيث انها تزيد من نسبة السكر في الدم (عدا الانسولين) والمهم في النشاطات الرياضية .
- لها تأثير على التمثيل الغذائي (الكالسيوم – الفوسفات) والتي لها علاقة ببناء الأنسجة .
- لها علاقة بالنمو في مختلف أجزاء الجسم

- <u>الفص الوسطي</u>

مسؤول عن إفراز **هرمون** خاص يسمى **بالميلانين (M.S.H)** المسؤول عن طبقة الميلانين الذي يعطي اللون البشري , وان زيادته تؤدي إلى فتح البشرة (البرص) وضعفه يسبب اللون الأبيض للبشرة

اما الموازنة تسبب (سمار البشرة) , وبالنسبة للنشاط الرياضي ليس له أهمية تذكر .
إن تنظيم الصباغ الذي بلون الجلد يعود إلى هذا الهورمون حيث يتفاعل مع خلايا قاعدة الجلد على افراز صباغ الميلانين ، وهذا الصباغ يلون الجلد باللون المناسب حسب الحرارة ووهج الضياء الخارجي ،

- الفص الخلفي posterior lobe

هو أصغر حجماً من الأمامي ومرتبط بتحت المهاد **ويفرز هرمونين(هرمون مضاد التبول ,هرمون الاوكسيتوسين)**

- هرمون مضاد التبول (Anti Diuretic Hormone(ADH

يعمل هذا الهرمون على تقليل الشعور بالرغبة بالتبول حيث يساعد في زيادة نفاذية انيبيبات الكليه للماء في الاتجاه الاول ويعمل بأتجاه ثاني أي يزيد الرغبة في التبول وحسب الحاجة , اي يعاد امتصاص الماء ثانيه الى هذه الانيبيبات ويقلل حجم الماء في البول فعندما يحتاج الجسم إلى السوائل يعيد أمتصاصها ويعيدها للجسم ويخرج اليوريا فقط .

النشاط الرياضي وهرمون مضاد التبول

يساعد افراز الهرمون **المضاد للتدرر** اثناء النشاط البدني في الحفاظ على الماء من الخروج عن طريق الكلى وكذلك في التمثيل الغذائي **ويزداد افراز هذاالهرمون** عند ممارسة الانشطه عالية الشده وذلك لاستعادة امتصاص الماء من الكليه عند زيادة فقد الماء وخاصه في الاجواء الحاره وفي حالة زيادة التعرق فلذلك اهميته في المحافظه على توازن الماء في الجسم .

- هرمون الاوكسيتوسين Oxytoccin Hormone

يحفز هرمون الاوكسيتوسين انقباضات عضلات الرحم اثناء الولاده والعلاقات الجنسيه ويستخدم للاسراع في عملية الولاده , كذلك يساعد في تدفق الحليب من الثدي بعد الو لاده.

هرمون الاوكسيتوسين والنشاط الرياضي

لهذا الهرمون علاقه بالمجهود العضلي فأن الجسم يفقد الكثيرمن السوائل اثناء ممارسة النشاط الرياضي مما يؤدي الى قلة الدم الواصل الى الكليتين و قلة الاوكسجين مما يؤدي الى افراز مادة الرنين

Renin والتي تعمل على تحويل الانجيوتنسوجين الى انجوتنسين والذي بدوره يؤدي الى افراز الهرمون المضاد للتدرر ADH الذي يؤدي الى قلة افراز البول وبالتالي الاحتفاظ بالسوائل داخل الجسم .

ثانيا- الغدتان الكظريتانAdrenal Gland :

تقعان فوق الكليتين مباشرة (وهي غدتين كل واحده على فوق كلية)تتكون من جزء افرازي يدعى **القشرة cortex واخر عصبي يدعى اللب medulla , شكل (٤٦)**

- هرمونات القشرة

تفرز القشره ثلاث مجموعات من الهرمونات تدعى ستيرويدات القشره **(المعدنيه والسكريه والجنسيه)**

ستيرويدات القشره المعدنيه

تفرز من الطبقه الخارجيه ووظيفتها تنظيم الاملاح(الصوديوم والبوتاسيوم) في الدم وتعمل هذه الهرمونات على انابيب الكليه التي تعيد امتصاص الاملاح والماء اوتطرحها مع البول واهم هرموناتها **الالدسيترون Aldosteron** الذي يعمل على امتصاص الصوديوم و حبس السوائل مما يؤدي إلى رفع الضغط الدموي , حيث يعمل على منطقة الانابيب البوليه للكليتين ويساعد في امتصاص الصوديوم او منعه من الخروج Retention اي حبسه , لذلك يعد **مهم في الرياضه** لان فقدان الكثير من السوائل عن طريق التعرق يصيب الرياضي بالجفاف , لذا يقوم بحجز الصوديوم وبالتالي حبس السوائل , كذلك ان تنظيم اعادة امتصاص الماء والصوديوم والبوتاسيوم بواسطة الكلى له اهميته في المحافظه على نسبة تركيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم حول غشاء الخليه وبدون ذلك لايتم **التوصيل العصبي ولاتتم الانقباضات العضليه , ويعمل الدستيرون مع الهرمون المانع للتبول في المحافظه على الماء في الجسم ولهذه الوظيفه اهميه كبيره عند اداء النشاط في الجو الحار.**

- **سترويدات القشره السكريه**

تشمل الهرمونات التي تفرز من الجزء الأوسط من القشره حيث **يفرز الكورتزون Cortison ومشتقاته(الهايدروكوتيزون hydrocortisone والكورتيزولcortisol)** وجميع هذه الهرمونات تعمل على تعزيز الايض الخلوي وتزيد من مستوى سكر الكلكوزفي الدم , فعند وجود مستوى عالي لهذه الهرمونات فأن الدهون والبروتينات تتحطم وتتحول الى الكلكوز , وتحت تاثير الكورتزول يزيد مستوى سكر الدم وهذا يحمي المخ من نقص غذائه **اثناء اداء الجهد لفترة طويله حيث تعتمد الانسجه العصبيه على الكلوكوز في غذائها ,** لذا فان التمثيل الغذائي للدهون خلال الانشطه الرياضيه الطويله المده له اهمية كبيره في هذا المجال , كما ان هذه المجموعه من الهرمونات هامه **لمقاومة حالات التوتر في النشاطات العنيفه** لأن جميعها تكافح **الالتهابات المفصليه فهي تخفف الالم** ,لانها تثبط افراز الجزيئات المسببه لذلك وتطلق هذه الهرمونات استجابة لمستويات عاليه **من الهرمون المنبه لقشرة الغده الدرقيه ACTH** .

<u>هرمون الكورتزون</u>

يزداد مستوى هذا الهرمون في الدم في حالات الالم الشديد والخوف والقلق وفي حالة الاصابات الرياضيه ويزداد هذا الهرمون عند اداء الجهد متوسط والشديد .

<u>ويعمل على :</u>

– **زيادة التمثيل الغذائي (ويحبس السوائل)** في الخلايا ويستخدم كمنشط في الرياضه حيث يفتح الشهيه لذا يستخدم لزيادة الوزن اذ يعمل على كثرة تدفق الماء في الوجه:.

– **مضاد للألتهاب المفصلي** .ويستخدم في علاج بعض انواع الروماتيزم

- **تقلبل الضغط النفسي**
- **يخفف الام الناتجه عن الجروح**

<u>هرمون الكورتزول</u>

يفرز هذا الهرمون من الغده فوق الكليتين **ويزداد خلال الانشطه الرياضيه** العنيفه اذ يعمل على سرعة التمقيل الغذائي لمصدر الطاقه ويقل افرازه في حالة التوتر والانفعال مما **يؤدي الى رفع الضغط** .

الطبقه الداخليه للقشره تفرز الهرمونات الجنسيه Sex Hormone Cortical

تفرز الهرمونات الجنسيه **(الاستروجين Astrogen** الانثوي والاندروجينات الذكريه **Androgenes**) وتنتج هذه الهرمونات في الجنسين بكميات قليله مدى الحياة ويسيطر على هذا الجزء من قبل الفص الامامي للغده النخاميه بوساطة الهرمون المنبه للغدد الجنسيه **G.T.H** حيث انه يحفز الجزء الداخلي للقشرة لافراز الهرمونات الجنسيه ويؤدي الافراز المفرط لهذه الهرمونات الى ظهور الصفات الذكريه عند الاتثى مثل زيادة شعر الوجه وخشونة الصوت .

هرمونات اللب Medulla

هو مسؤول عن إفراز هرمونين **متشابهين الادرنالين بنسبة ٨٠% والنور ادرنالين بنسبة ٢٠% ويسمى هذين الهرمونين ايضا (ابنفرين ونورابنفرين)** وهذه الهرمونات تفرز من اللب حيث تفرز عند حفز لب الكظريه من قبل الجهاز العصبي الودي , ومن اماكن مختلفة داخل الأنسجة .

تعمل هذه الهرمونات على تهيئة الجسم في حالات الخوف او في حالة النشاط الشديد , حيث تضخ كميات كبيره منهما في الدم لتعزيز واطالة **امد تأثيرات افرازات العصب الجهاز العصبي الودي** , ومن مظاهر الاستجابه لها تأثيراتها على القلب والدورة الدموية , ومن اهم وظائف هذه الهرمونات زيادة فعالية جهاز القلب والدوران من خلال مايأتي :

- **زيادة عدد ضربات القلب وقوة تقلص القلب** , حيث يتم توجيه الدم الى اجزاء الجسم حسب الاولويه في الحاجه كالعضلات ,
- **زيادة تحليل الكلاكوجين المخزون في الكبد والعضلات** الى كلوكوز وزيادة تحلل الدهون الى احماض دهنيه .

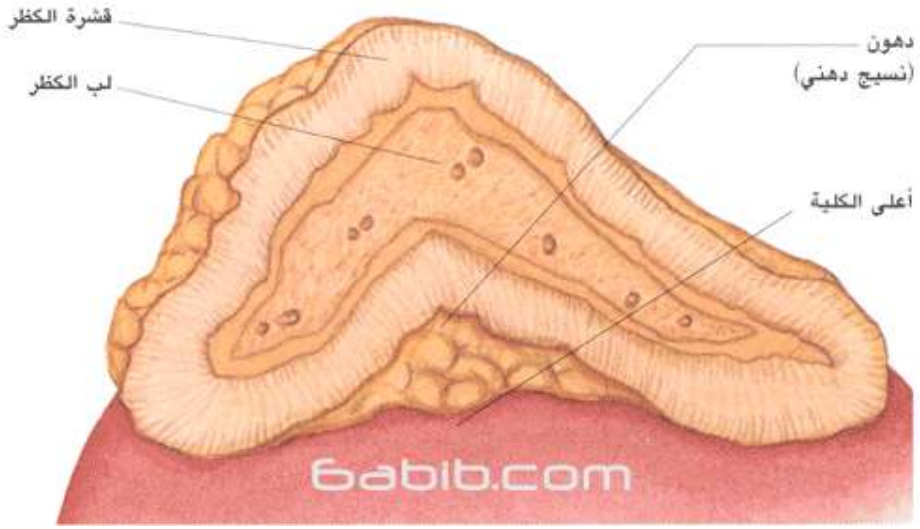
- زيـادة ضـغط الـدم وكـذلك ارتفـاع مسـتوى الكلوكـوز فـي الـدمزيـادة فتحـات ممـرات الـرئتين وينـتج عـن ذلـك **زيـادة كميـات الاوكسـجين وتسـريع الـدوره الدمويـه لاعضـاء الجسـم وخاصـة الـدماغ والعضـلات والقلب** .

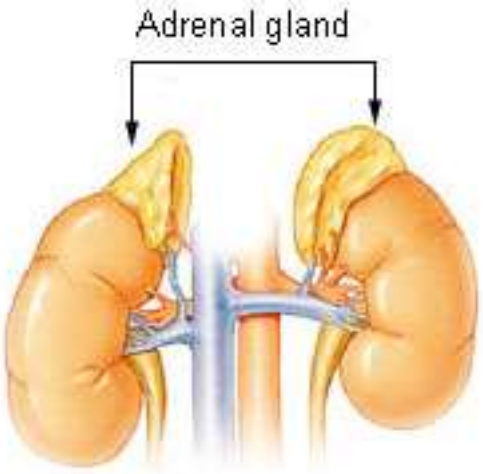
لهذا يصبح الجسم مؤهلا للتعامل مع حالات الطواريء القصيره سواء المواجهه او الانسحاب.ويمتص الادرنالين خلال ثواني فهو يعمل على توسيع المجرى التنفس (القصبات) , لذا لايجوز أستخدامه في الوريد أو العضلة وإنما يستخدم تحت الجلد في حالات الربو .

كلما كان تحفز الجهاز العصبي الودي كبيرا كلما زادت كمية الهرمون في الدم التي يحتاجها الجسم وذلك لتعويض التعجيل في الوظائف الجسميه الحيويه , وقد لوحظ ان **مستوى هرمون الادرنالين يرتفع ارتفتعا بطيئا جدا في اثناء الجهد العضلي** الخفيف ومتوسط الشده ولكنه **يزداد بشكل ملحوظ في الجهد الشديد** اما هرمون **النورادرنالين فيزداد ازديادا منتظما .**

<u>هرمون الادرنالين</u>

يفررز من الجزء الداخلي للغده فوق الكليتين وتتركز وظيفته في تزويد العضلات بالطاقه وتوفير الاوكسجين حيث يعمل هذا الهرمون على زيادة كمية السكر في الدم نتيجه تحويل الكلاكوجين الى كلوكوز ,كما يساعد في زيادة نقل الاوكسجين وتوزيد العضلات بالطاقه ويسبب ارتخاء العضلات في الرئتين ويعمل على **زيادة كريات الدم** الحمراء **ويعمل على تمدد الشريين** عند حقنه في العضلات وخاصة القلب , **يسرع نبضات القلب يبطيء يقرر سرعة تجلط الدم**


قشرة الكظر
لب الكظر
دهون
(نسيج دهني)
أعلى الكلية
6abib.com


Adrenal gland

شكل رقم (٤٦) يبين الغده الكظريه

ثالثا – الغده الدرقيه Thy roid

يسمى ايضا هورمون الفعالية والنشاط فهو يرفع النشاط والحيوية في كافة اجهزة الجسم. شكل(٤٧)

تقع اسفل الحنجره وتتميز بالتغذيه الدمويه الكثيفه (اي كثافة الشعيرات الدمويه) ويمر بها حوالي ٥- ٦ لتر من الدم كل ساعه ويبلغ وزنها حوالي ٢٥- ٣٠ غرام ,وتتكون من فصين يتصلان بكتله خلويه مركزيه وتفرز هذه الغده هرمونين :

- **الثايروكسين Thyroxin**
- **الكالسيتونين Calcitonin**

- الثايروكسينThyroxin

يعمل هذا الهرمون على زيادة التمثيل الغذائي حيث يتحكم بأكسدة الكلوكوز وتحويله الى الى طاقه كيميائيه في الجسم للقيام بأنشطته , لذلك فأن كل خليه في الجسم تعد هدفا لهذا الهرمون , ولهذا الهرمون كذلك اهميه في نمو وتكوين انسجة الجسم وخاصة الجهازين العصبي والتناسل اذ ينبه هذا الهرمون وظائف الميتوكوندريا لتسمح بنمو الخليه . هرمون الثايروكسين ببتيد مرتبط بعنصر اليود ولايتم تكوين الهرمون بدونه اذ ان حاجة الثايروكسين تعتمد على وجود اليود ويحتاج الجسم بحدود(١٠٠- ١٥٠)مايكروغرام يوميا من اليود , وفي حالة عدم وجوده بشكل كافي يؤدي الى خمول الغده الدرقيه وتضخمها مما يؤدي الى تأثيرات على المجاري التنفسيه والبلعوم .

نقصان هذا الهرمون يؤدي الى:

تضخم الغده الدرقيه وزيادة نسبة الشحوم تحت الجلد وقلة العصبيه ونقصانه في الطفوله المبكره يؤدي الى مرض القماءه الذي يقود الى التقزم والاعاقه العقليه .

الافراز المفرط منه يؤدي الى :

زياده كبيره في النشاط الايضي ,وعدم تحمل الحراره , وسرعة نبضات القلب اضافه الى تضخم الغده وجحوظ العينيين وعدم القدره

علـى النـوم وفقـدان الـوزن والشـهيه اي تسـمم الغـده الدرقيـه Thyrotoxicosis وهذه حاله مرضيه خطره على الرياضي ,لان الاحتياطي عند الانسان السوي في القلب قليل جدا , ولبقاء الحجم طبيعي للغده.يقوم الكبد بتكسير جزء كبير من الهرمون الحر اثناء النشاط الرياضي ,

لـوحظ زيـادة تركيـز هرمـون الثايروكسـين الحر(الاكثر نشاطا واستخداما في الانسجه) في الدم بنسبة ٣٥% **اثناء النشاط الرياضي** من معظم الثايروكسين الكلي , ويرجع ذلك الى ان سرعة استخدامه تفوق سرعة افرازه او قد ينعزل الهرمون اكثر من سرعة افرازه , **واثناء النشاط الرياضي تزيد سرعة افراز الهرمون وسرعة عزله** كما لم يثبت بعد زيادة استخدام هذا الهرمون من قبل الانسجه والعضلات اثناء النشاط الرياضي .

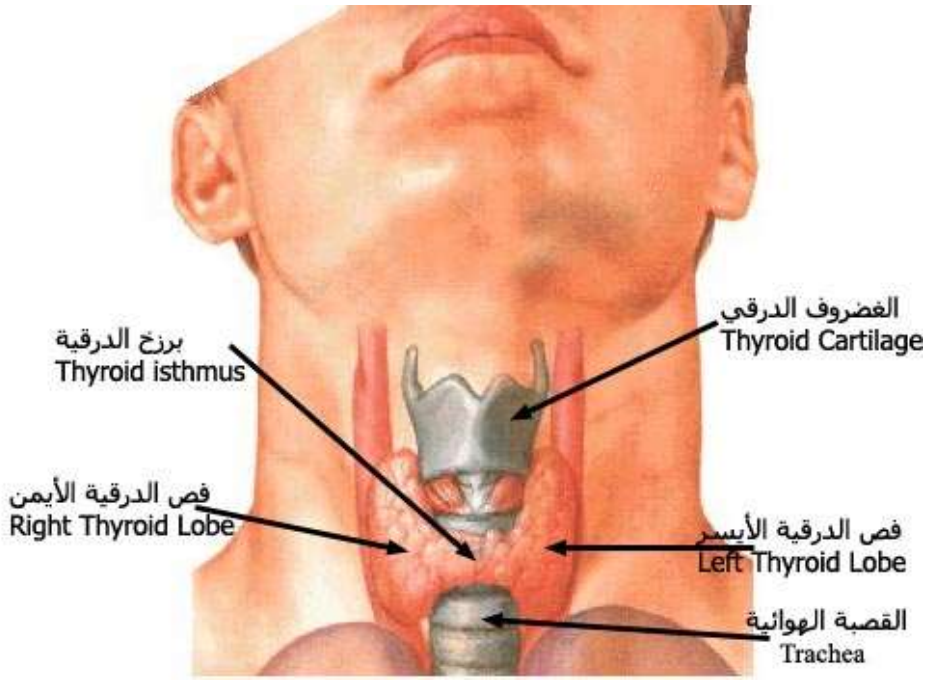
يساعد هذا الهرمون **على التمثيل الغذائي للدهون وزيادة حجم العضله القلبيه** هذا مما يساعد في مواجهة منطلبات الانشطه الرياضيه التي يستغرق الاداء فيها فتره طويله

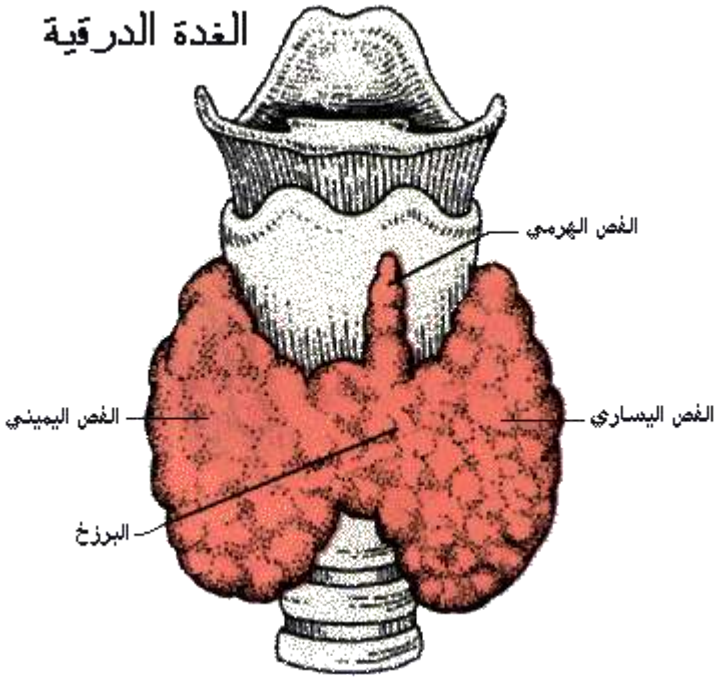
يزداد تركيزهرمون الثايروكسين الحر بنسبة ٢٥% اثناء النشاط الرياضي ويستمر نصف عمره من ٦-٧ ايام ومعظم تركيزه مرتبط مع بروتينات البلازما ويقل تركيز الثايروكسين الكلي مرتبط + حر اثناء النشاط البدني لكون سرعة استخامه اكثر من سرعة افرازه لذا فان المتدربين يمتازون بسرعة افراز الهرمون وسرعة ازالته مع تفوق سرعة ازالته على افرازه لذا فان نصف عمر الهرمون للمتدربين ٤ ايام بينما غير المتدربين ٧ ايام ومن الجدير بالذكر ان هذا الهرمون .

الكالسيتونين Calcitonin

هرمون الكالستيونين يفرز من الغده الدرقيه ويفرز هذا الهرمون استجابه لزيادة مستوى الكالسيوم في الدم **وان** نقصه يؤدي الى **نقص في مستوى الكالسيوم في الدم وتخزينه في العظم** , ويقل هذا الهرمون بتقدم العمر لذا ينتزع الكالسوم من عظامهم.كما انه ينقص مستوى الفوسفات **,** وينظم هذا الهرمون مستويات الكالسيوم والفوسفات في الدم

وكلاهما من المعادن التي تلعب دورا هاما **في الانقباض العضلي وربما في التعب .**





شكل رقم (٤٧) يبين الغده الدرقيه

رابعا- الغدد جارات الدرقيه Parathyroid Glands

هي عباره عن اربعة كتل خلويه صغيره متكونه من زوجين من الغدد غير الملتحمه تقع على السطح الخلفي للغده الدرقيه حيث توجد غدتان عند كل جانب, تفرز هذه **الغدد هرمون الباراثرمون Parathormone** الذي يضبط توازن الكالسيوم في الدم عن المستوى الحرج , والذي يحفز خلايا عظميه اكوله لتحطيم نسيج العظم واعادته الى الكليه اضافه الى زيادة امتصاص الكالسيوم من الامعاء الدقيقه وبالتالي اطلاق الكالسيوم في الدم , لذا فان هذا الهرمون يعمل بعكس **هرمون الكالستيونين** الذي يؤدي الى نقصان الكالسيوم في الدم عند انخفاضه في الدم مما يؤدي الى توتر الاعصاب وتزداد المنبهات للعصلات بسرعه مما يؤدي الى تكززها (تشنج العضلات الشديد) ان النشاط المفرط للغدد جارات الدرقيه يؤدي الى تحطيم كبير في العظم مما يزيد من هشاشتها .

وقد لوحظ ان **الجهد الخفيف ومتوسط الشده لايؤثران على مستوى الكالسيوم** في الدم وتؤكد بعض البحوث ان الجهد الشديد في بعض

الالعاب الرياضيه قد تعمل على ترسيب الكالسيوم في العظام ومن ثم تزيد من مقاومتها للشده الخارجيه .

خامسا- البنكرياس Pancreas

تقع في تجويف البطن اسفل المعده وهي غدة صماء قنويه هضميه مكونات الجزء الاصم جزر لانجرهانس تمثل نسبة ١% والتي تكون مطموره في اجزاء قنويه تدعى عنيبات acina التي تفرز انزيمات هاضمه للمواد الغذائيه في الامعاء , تحتوي البنكرياس على اكثرمن مليون جزيره لانجرهانس مبعثره وتفرز هرمونين هما **الانسولينInsulin** و**هرمون:الجلوكاجون Glucagon** .شكل (٤٨)

- هرمون الانسولينInsulin

يطلق هذا الهرمون من خلايا بيتا في جزر لانجرهانس عند ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم الى الانسجه العضليه ويحول الزائد منه الى كلاكوجين ,ويؤثر على جميع خلايا الجسم ويستطيع نقل الكلكوز خلال اغشيتها حيث يتأكسد الكلكوز الى طاقه او يخزن على شكل كلاكوجين او دهون في الوقت الذي تعمل هرمونات الجلوكاكون والابنفرين على زيادة منسوب الكلوكوز في الدم فأن الانسولين يخفض من مستوى الكلكوزفي الدم ويبقيه بحدود **٨٠- ١٢٠** , وبدون هذا الهرمون يرتفع الكلوز في الدم وقد يصل الى **٦٠٠ ملغم/ مل** وفي هذه الحاله يظهر الجلوكوز في البول لعدم تمكن انيبيبات الكليه من اعادة امتصاصه بالسرعه المناسبه , وعندما يخرج الكلكوزمن الجسم يخرج الماء معه مما يؤدي الى الجفاف اي السكري , الذي يتميز بالتبول المتكرر للتخلص من السكر الزائد الناتج عن فقدان ماء الجسم والجوع بسبب عدم قدرة الخلايا على استعمال الكلكوز وفقدان البروتينات والدهون .
وجدت الدراسات التي تناولت علاقة الانسولين بالنشاط العضلي ان هنالك اختلافات في النتائج وفق الحمل البني المستخدم وفترة دوامه فوجد انخفاض في مستوى الانسولين بعد جري خفيف لمدة ٥ دقائق بينما وجد نقص شديد في مستوى الانسولين بعد الجري لفترة ٢-٣ ساعه

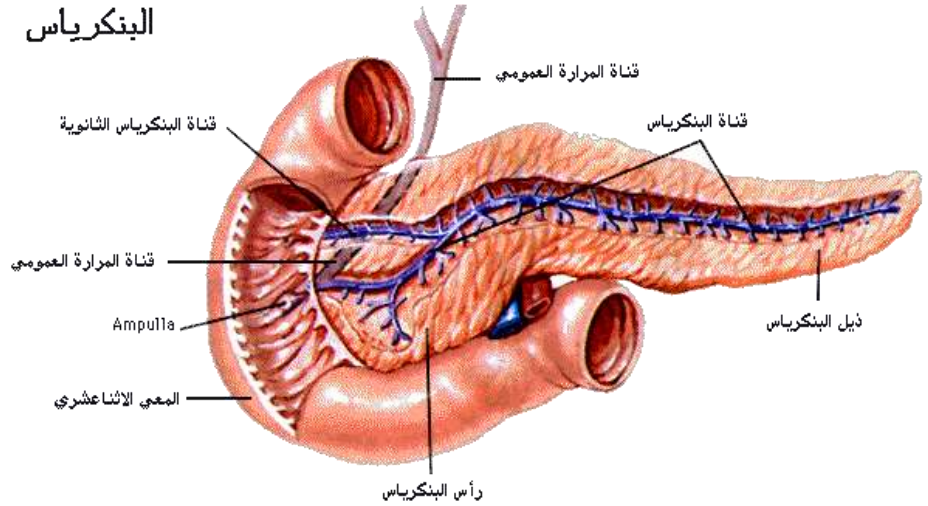
ويحصل لعدم تمكن الخلايا من استعمال الكلكوز للحصول على الطاقه لذا فأن البروتينات والدهون تتحطم للحصول على الطاقه مما يقلل مقاومة الجسم للعدوى ويتتأخر التئام الجروح .
وجدت الدراسات التي تناولت علاقة الانسولين بالنشاط العضلي ان هنالك اختلافات في النتائج وفق الحمل البني المستخدم وفترة دوامه فوجد انخفاض في مستوى الانسولين بعد جري خفيف لمدة ٥ دقائق بينما وجد نقص شديد في مستوى الانسولين بعد الجري لفترة ٢-٣ ساعه
يزيد مستوى الانسولين في بداية العمل العضلي وعندما تطول فترة الاداء يقل وهذا يساعد على تحويل عمليات اكسدة الكربوهيدرات الى اكسدة الدهون اثناء النشاط البدني لفتره طويله . ويلاحظ **انخفاض مستوى الانسولين اكثرمن ٥٠% بعد اداء التدريب الرياضي** بعكس بقية الهرمونات الاخرى حيث تزيد من افرازها اثناء النشاط الرياضي مع زيادة شدته او اطالة فترته .

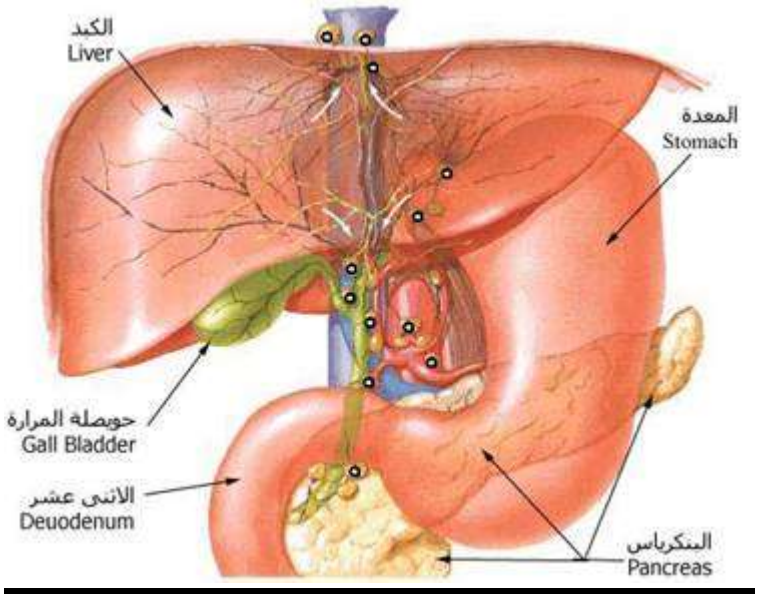
<u>وظائف هرمون الانسولين</u>
- تنظيم التمثيل الغذائي للكربوهيدرات الذي يعد المصدر الاساسي للطاقه في الانشطه البدنيه وتشير الدراسات عاى انه يفرز مع الكاربوهيدرات كمصدر للطاقه في حين
- يقلل من استخدام الدهون بينما نقصه يؤدي الى استخدام الدهون كمصدر للطاقه .
يزداد الانسولين عند ارتفاع مستوى تركيز الكلوكوز لهذا فان الانسولين يتحكم في مصدر الطاقه (الكربوهيدرات والدهون) اللذان لهما اهمية كبيره في مواصلة واستمرار النشاط الرياضي الذي يحتاج الى انقباضات عضليه حيث تبرز اهمية الكلكوز في الانشطه القصيره الزمن والدهون في حالة الاحمال البدنيه الشديده والمستمره مثلا سباقات المسافات الطويله
- ينظم الانسولين نقل الكلوكوز من مجرى الدم الى الانسجه خلال الانشطه الرياضيه ويزيد من مخزون الكلوكوز وتعويض المستهلك

منه اثناء النشاط الرياضي,ونتيجة زيادة متطلبات العضله من الكلكوز في الانشطه البدنيه ذات الشده المعتدله يقل مستوى الكلوكوز في الدم ويتم تعويض ذلك بمرور الوقت عن طريق تحويل الكلاكوجين الى كلوكوز في مجرى الدم .

- هرمون الجلوكاكون Glucagon

يزيد هرمون الجلوكاكون من مستوى الكلوكوز في الدم ويفرز من خلايا الفا في جزر لانجرهانس , ويتأثر به الكبد وهو يحفز لتحطيم الكلايكوجين المخزون الى كلوكوز كذلك يحفز تفكيك الدهون الى احماض دهنيه والبروتينات الى احماض امينيه والتي بدورها تتحول الى سكريات احاديه مما يؤدي الى زيادة مستوي الكلوكوز في الدم لذا فأنه يعمل بطريقه معاكسه للانسولين.





شكل رقم (٤٨) يبين البنكرياس

سادسا- المناسل Gonads

تشمل **المبيضين** عند الانثى و**الخصيتين** عند الذكر **شكل (٤٩).**

- المبيضان Ovary

يقع المبيضان في تجويف الحوض ويتكون المبيض من الحوصلات التي تفرز المبكره **منها هرمون الاستروجين estrogen** بينما الناضجه تفرز **البروجستيرون progesterone** وكلاهما يفرزان بعد البلوغ فقط حيث تنشط هرمونات الغده النخاميه التي تحفز المبيضين شكل (٥٠).

هرمون الاستروجين estrogen

هو هرمون انثوي يفرز عند البلوغ تنتجه حوصلات جراف , وهويحفز ظهور الصفات الانثويه مثل نمو اعضاء التناسل وظهور الشعر في العانه وتحت الابط ,كذلك يساعد في التهيئه المبكره للرحم

عند الحمل ويحفز الثديين لافراز الحليب وله تأثيرات على الدوره الشهريه عند الانثى .

هرمون البروجستيرون progesterone يفرز من الجسم الاصفر الذي يتشكل من خلايا حوصلة كراف بعد الاباضه وله دور اساسي في تهيئة الرحم لاستقبال الجنين .

ومن الجدير بالذكر ان هرموني الاستروجين والبروجستيرون يفرزان بشكل دوري من المبيض تحت تأثير هرمونات الغده النخاميه

وقد لوحظ **زيادة كلا الهرمونين الاستروجين والبروجستيرون اثناء الجهد العضلي وخاصه في الالعاب ذات الشده العاليه .**

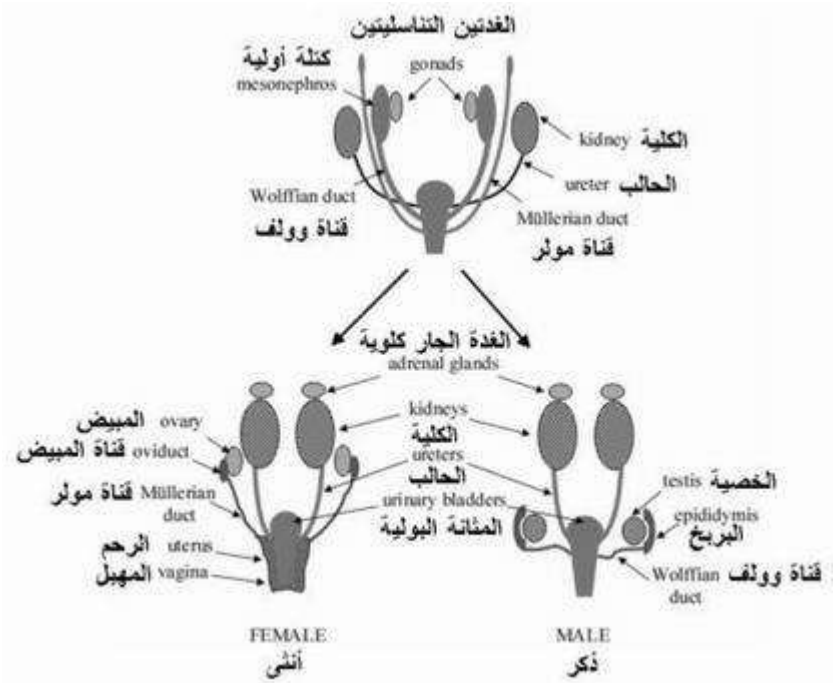
الخصيه Testis

عضوان بيضاويان يقعان خارج الجسم ويتعلق كل منهما بكيس الصفن خارج تجويف الحوض , ويتكونان من الانيبيبات المنويه التي تنفصل عن بعضها بواسطة نسيج بيني وبالاضافه الى تكوين الخلايا المنويه تفرز **خلايا لايدج Leyding cell** في النسيج البيني للخصيه **هرمون التستيرون** الذي يؤثر في الصفات الذكريه الثانويه مثل(نمو اللحيه والعظام والعضلات القويه وخشونة الصوت والدافعيه الجنسيه) كذلك يحفز هذا الهرمون نمو وتمايز الخلايا الجنسيه الام لتكوين حيوانات منويه ويبدأ عمل الخصيه عند البلوغ بفعل هرمونات الغده النخاميه.

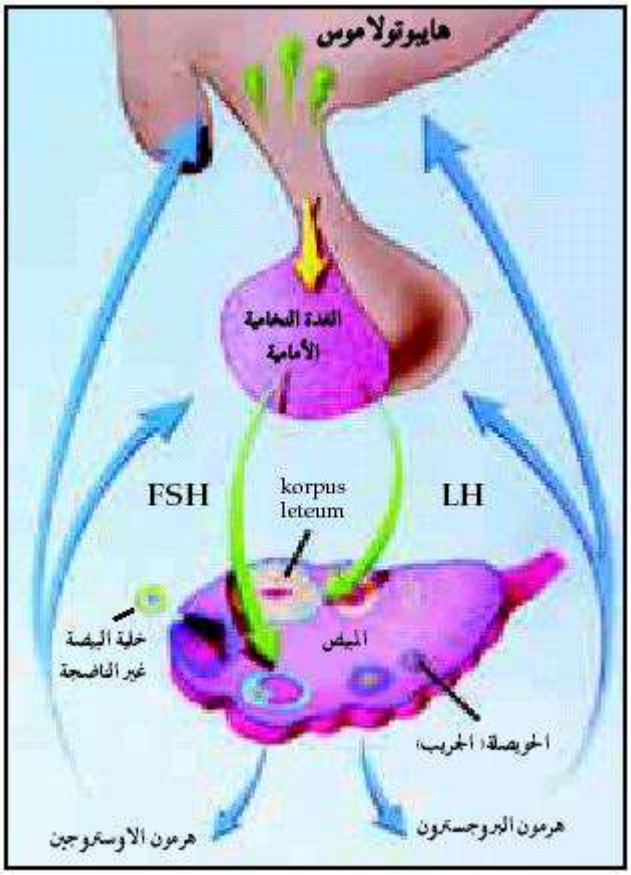
يعمل هرمون التستيرون **على زيادة الكتله العضليه** عند تناوله كعقار ولكن لم يثبت **تأثيره على اعضاء الجسم اثناء الجهد الرياضي رغم زيادته عند الجهد الرياضي .**

هرمون التستيرون

هو هرمون ذكري يؤثر على ميكانيكية نمو العضلات عند الذكور ويكون افراز هذا الهرمون في بداية سن البلوغ وهو مسؤول عن اظهار الصفات الجنسيه الثانويه عند الرجل ومايتبع ذلك من النمو العضلي والقوه البدنيه .



شكل رقم (٤٩) يبين غدد المناسل

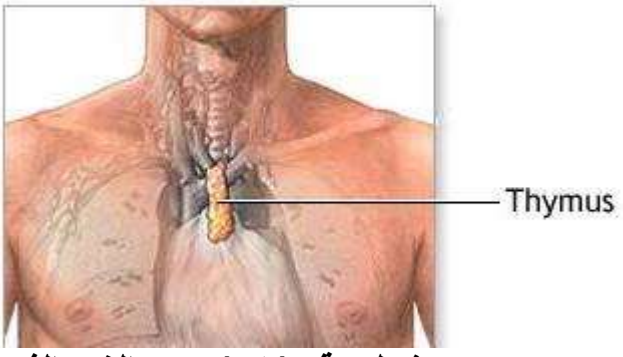


شكل رقم (٥٠) يبين الغدد الانثويه

سابعا - الغده الزعتريه Tymus Gland

تقع في الجزء العلوي من الصدربين الرئتين , ولها عمر محدود تكون كبيره في الطفوله وتضمر في سن البلوغ وتفقد فعاليتها ويحل محلها

كيس دهني , وهي تتكون من فصين يتصلان مع بعضهما بطبقه من النسيج الضام يحوي كل فص على عدة فصيصات ممتلئه بخلايا لمفاويه مهمتها الدفاع عن الجسم بتكوينها اجسام مضادة تحطم المواد الغريبه **وتفرز هرمون الثايموسين thymocin** الذي ينشط عمل الخلايا اللمفاويه الهامه في الدفاع عن الجسم , شكل (٥١).
تنمو **الغده الثيموسيه** لغاية **السنه الثانيه من العمر** وبعد ذلك تقل بسرعه ولايبقى منها الا اثار في الانسان اليافع ويلاحظ وجودها فقط في حالات خاصه مثل(توقف النمو والضعف العام عند الصغار) تقوم هذه الغده بافراز هرمون يعمل على **خفض التوصيل العصبي** وكذلك **يؤخر نمو الاعضاء التناسليه حتى البلوغ ويتوقف افرازها عند البلوغ** عند استمرار افرازها حتى سن البلوغ , وان **ضمور الغده في سن مبكر مما يؤدي الى بلوغ مبكر .**



شكل رقم (٥١) يبين الغده الثيموسيه

ثامنا- الغده الصنوبريه Pineal Gland

لها شكل هرمي تقع في سقف الحجرة الثالثه للدماغ طولها ٨ ملم وعرضها لايزيد عن ٤ ملم , تعمل لفتره عمريه وجيزه وتبدأ الضمور بعد سن السابعه من العمر ويعتقد انها تفرز هرمونين هما **الميلاتونين Melatonin** الذي يمنع النضج للجهاز التناسلي وخاصه الانثوي قبل البلوغ وكذلك **هرمون الادرينوجلو مرولوتروبن Adrenoglomerulotropin** الذي يعتقد انه يحفزقشرة الغده **الكظريه لاطلاق هرمون الالدستيرون .**

تاسعا- بطانة المعده والامعاء Mucosa of Stomach and Intestine

يفرز **هرمون الجاسترين Gastrin** الذي يحفز افراز عصارة المعده ويحتوي حامض **الهايدروكلوريك HCL وانزيم الببسين Pepsin الذي** يساعد في هضم البروتينات ويزيد هذا الهرمون من حركة المعده والامعاء , ويؤدي الى استرخاء العضله العاصره في بوابة المعده .

اما بطانة الامعاء الدقيقه **فتفرز هرمون سكرتين Secretin** الذي يثبط افراز عصارة الامعاء والمعده ويحفز عصاررة البكرياس الغنيه بآيونات بيكاربونات الصوديوم اضافه الى تنشيط افراز الصفراء من خلايا الكبد كذلك تفرز بطانة الامعاء الدقيقه **كولسيستوكاينين Cholecystokinin** الذي يقوم بوظائف مشابهه لعمل الجاسترين وينشط اطلاق الصفراء من المراره , كما تفرز بطانة الاثني عشري الجزء الامامي من الامعاء الدقيقه انزيمات مفككه لسكريات ثنائيه مختلفه

عاشرا- الكليتان Kidney

تفرزان هرمون **الارثروبويتين Erythropoietin** الذي يحفزانتاج خلايا الدم حمراء وذلك عند انخفاض مستوى الاوكسجين .

الحادي عشر- هرمون القلب

يعمل القلب ايضا كغده تفرز **هرمون البروتين الاذيني المدر للصوديوم Atrial Natriuretic Protein والذي يساعد في التخلص من الصوديوم الزائد في الدم** عند ارتفاع منسوبه عن الحد المطلوب وبذلك يساعد في خفض ضغط الدم .

تأثير التمارين الرياضية على استجابة الهرمونات

ان جهاز الغدد الصماء من اهم الاجهزه الحيويه التي تستجيب لممارسة النشاط الرياضي حيث يعمل مع الجهاز العصبي لتنظيم معدلات النشاط الكيميائي لخلايا وانسجة الجسم المختلفه , وتجرى الكثير من

الدراسات للتعرف على استجابات الهرمونات وتكيفاتها للتدريب الرياضي , وذلك بقياس مستوى تركيزها في الدم او الادرار رغم ان ذلك لايعطي نتائج دقيقه لكون تركيز الهرمون يعتمد على امور عده منها(معدل انتاجه , معدل تكسيره بواسطة الانزيمات الموجوده في الكبد والكلى والانسجه الاخرى , معدل استخدامه في الانسجه الهدف) وكذلك اختلاف زمن ومستوى تركيز الهرمونات المختلفه بعد اداء الجهد الرياضي حيث تستغرق بعضها بضع ثواني لتتكسر والاخرى لعدة ساعات اوايام .

استجابات الهرمونات للجهد البدني

تنقسم استجابات الهرمونات للجهد البدني الى **(استجابات سريعه , اسجابات معتدله, استجابات متأخره)**

- الاستجابات السريعه

حيث تحصل زياده سريعه في تركيز الهرمون وخلال الدقائق الاولى من الجهد البدني كما في **هرمون الكورتزول والكاتيكولامين .**

- الاستجابات المعتدله

حيث يرتفع مستوى تركيز الهرمون بعد فترة متوسطه من بدء الجهد البدني كما في **هرمون الثايروكسين والالدستيرون .**

-الاستجابات المتأخره

تتم بعد فتره من دوام التمرين بصوره اكبر من شدته كما في **هرمون النمو والانسولين (** ارتفاع وانخفاض مستواهما) .

المبحث الثانى

الانزيمات ENZYMES

الانزيمات

هي بروتينات متخصصه تنتجها الخلايا لتحفيز التفاعلات المختلفه في الجسم اذ تنشأ من بروتين ذو تخصص عال ، والانزيم جزيء بروتيني يصنع بواسطة الخلايا الحيه ,واغلب الانزيمات تعمل داخل الخليه المنتجه لها وتسمى **Intracellular** او انها تعمل خارج الخلايا وتسمى r**extracellula** مثل انزيمات الهضم , كما يمكن للانزيمات ان تعمل **بصوره مستقله** كما في الخميره , وتبقى معظم الانزيمات في الخلايا التي تنتجها ولكن بعضها تتتكون داخل الخلايا وتعمل بشكل مستقل عنها كما في انزيم اللابيز الذي يفرز من البنكرياس وينتقل الى الامعاء الدقيقه حيث يقوم بتحليل الدهون .

يحتوي الجسم على آلاف الانواع من الانزيمات ويؤدي كل نوع وظيفه واحده محدده , وبدون الانزيمات لايتمكن الانسان التنفس اوالابصار او التحرك اوالهضم , كذلك تتم عملية التركيب الضوئي في النباتات بالاعتماد على عمل الانزيمات .

الانزيمات تسرع التفاعلات الكيميائيه في الكائنات الحيه , وان التفاعلات تحدث ببطء او لاتحدث ابدا بدونها، ولايغير الانزيم من التفاعلات الكيمياوية والحيوية في الخلايا ويقتصر عمله في تسريع هذه التفاعلات وتدخل الانزيمات في التفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة فمثلاً إنزيم (ase ATP) يساعد في تحلل الـ ATP ويحوله إلى ADP

$$ATP \xrightarrow{ATP\ ase} ADP + P$$

كما يساعد انزيم CK في إعادة بناء الـ ATP

$$ADP + CP \xrightarrow{CK} ATP + C$$

تكوين الانزيمات

تتكون الانزيمات من **مواد بروتينية** ويرتبط البعض الاخر **بجزيئات غير بروتينيه** لتتمكن من اداء وظيفتها وكثيرا ماتكون هذه الجزيئات غير البروتينيه من المعادن (الحديد والمغنسيوم والنحاس) وتوجد بكميات ضئيله وهي ضروريه للتفاعل **ويدعى العامل المشترك Cofactor الذي لايعمل الانزيم بدونه . وتكون بعض العوامل المشتركه ايونات ,** ويتكون البعض الاخر من **جزيئات عضويه تسمى الانزيم المشارك او المساعد (CO - enzymes)** وعند ارتباط انزيم مساعد فان الوحده تسمى بالمجموعه ولايتمكن الانزيم المساعد ان يعمل بمفرده , يتكون العديد من الانزيمات المساعده من الفيتامينات خصوصا فيتامين B , لذا لايتمكن الانزيم تأدية عمله بالشكل المطلوب في حال عدم احتواء الغذاء على كميات كافيه من هذه الفيتامينات . و Coenzymeيشتق من الفيتامينات او من مواد معدنيه مثل النحاس والمنغنيز والخارصين والحديد وغيرها والتي تسمى بالمجموعه الاضافيه Prosthetic group **التي يحوي بعضها على آيونات لمركبات غير عضوية مثل آيون الكالسيوم والمنغنيز وغيرها .**
يطلق تعبير **Holoenzyme على الانزيم الذي يتكون من جزيء بروتيني** وكما يسمى **Apoenzyme الذي يرتبط مع مرافق انزيمي .**

وظائف الانزيمات

- حفظ توازن الجسم عن طريق التحكم بتفاعلاته الكيميائيه
- تعمل الانزيمات في تقليل كمية الطاقه اللازمه لبدء تفاعل كيميائي وهذا يساعد في حمايتها من التعرض الى الحراره العاليه التي تؤدي الى تفكيك بنية البروتين في الجسم .

.

آلية عمل الانزيمات

تنتج الخلايا الحيه الانزيمات وتؤدي عملها عن طريق تعديل الجزيئات الاخرى حيث تتحد مع الجزيئات المعدله لتكوين تركيب جزيئ يحدث فيه التفاعل الكيميائي ثم ينفصل الانزيم بدون ان يحدث له تغييرا ناتجا عن التفاعل , وتعتمد آلية عمل الانزيمات باتصاله بموقع نشط ACTIVE SITEACTIVE SITE في جزيء المادة الخاضعه SUBSTARATE بحيث يكون معقد الانزيم والماده الخاضعه .
يوجد في جسم الانسان الاف الانزيمات لكل منها ماده خاضعه خاصه تتناسب معها تماما , لذلك فأن الانزيمات تؤدي الى التحفيز ويمكن لجزيء واحد من انزيم واحد ان يؤدي عمله كاملا مليون مره في الدقيقه ويحدث التفاعل بوجود الانزيم بسرعه تفوق سرعة حدوثه بدون الانزيم بالالاف المرات اوحتى ملايين المرات.

.خواص الانزيمات

- لها خواص البروتينات وتحتوي على مركز فعال واحد او اكثر يسمى بمركز نشاط الانزيم
- تعمل بشكل محدد جداً .
- تؤثر عليها العوامل الفيزياوية والكيمياوية وتقلل من نشاطها أو قد تزيد منه .
- تعمل بأتجاهين – هدم – بناء .
- الانزيمات اما تكون بسيطه او مركبه والمركبه تتطلب وجود مواد غير بروتينيه ترتبط بها .
- تصنع بأستمرار وفي الغالب على شكل مركبات غبر فعالة (pro – Enzymes) وتكون مع مركبات أخرى انزيمات فعالة .
- تعمل بشكل قصوي عند PH المتعادل وبحد معين في محيط (حامضي أو قاعدي) .
- تتأثر بعوامل عدة (الحرارة ، الأملاح ، المعادن) مما يقلل من عملها الوظيفي .
- تشكل مركبات خاصة داخل الماء (تترسب او نتجزء) .

أنواع الانزيمات

- انزيمات الأكسدة والاختزال

تساعد على إنتاج الطاقة لغرض التقلص العضلي وجميع الوظائف تعتمد على هذه الانزيمات ،ومن امثلتها أوكسيداز Oxidase ، هايدروجينز Hydroginase .

- انزيمات التحلل الهيدروجيني

غالباً تكون انزيمات هضمية (تحلل الدهون والسكر بأنواعه) ومن امثلتها اللايبيز Lipases مالتيز Maltase .

- انزيمات فوسفاتية

هذه الانزيمات تضيف أو تزيل المجموعة الفوسفاتية مثل فوسفاتيز Phosphatase .

- انزيمات تضيف أو تزيل co_2

مثل كاربوكسيلاز Carboxylase .

- انزيمات تعيد تركيب الذرات داخل الجزيئات

مثل ميتوز Mutase.

- انزيمات تضيف الماء H_2O إلى الجزيء دون ان تحلله

مثل الهايدرولايز Hydrolase .

العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات

هناك عدة عوامل تؤثر على سرعة عمل الانزيمات منها :

- تركيز الانزيم

تتناسب سرعة التفاعل طرديا مع زيادة تركيز الانزيم وتستقر سرعة التفاعل على حد معين رغم اضافة الانزيم تبقى السرعه ثابته وهذا يعود للمادة الاساس لانها اصبحت مرتبطه كليا فاضافة انزيم اكثر لن يجد ماده اساس ليعمل عليها .

- تركيز مادة الاساس

تزداد سرعة التفاعل كلما كان تركيز مادة الاساس اعلى ولكن بعد اضافة تركيز معين تبقى سرعة التفاعل ثابته وهذا بسبب كون تركيز الانزيم محدود وان اضافة مادة اساس اكثر لن تجد انزيمات ترتبط بها

درجة الحراره

ارتفاع درجة الحراره يؤدي الى سرعة التفاعل الانزيمي الى حد معين لغاية الوصول الى درجة الحرارة المثلى **Optimal اي ٣٧ درجه مئويه** ولكن عند الدرجات الحراره الاعلى تنخفض السرعه تدريجيا وتؤثر درجة الحراره بطريقتين هما:

- ارتفاع درجة الحراره يزيد من حركة الجزيئات وبالتالي احتمال تصادف الانزيم مع الماده الاساس.
- زيادة سرعة تخثر الانزيم حيث ان ارتفاع درجة الحراره تسبب هدم البروتين .

درجة الحموضه

- تتاثر الانزيمات بتغيير PH الدم لان درجة الحموضه هي احد العوامل لاستقرار الانزيم , فانزيم معين يعمل في PH معين يتوقف عن العمل في حالة تغيير PH في النسيج المجاور ,فمثلا انزيم الببسين يعمل في درجة PH منخفضه اي حامضي جدا بينما انزيم التربسين يعمل في درجة PH عاليه اي قاعديه , ومعظم الانزيمات تعمل في درجة PH متعادله ٧،٤ .

عوامل معيقه تنافسيه

مثل تشابه تركيب المعيق والمادة الاساس ,وغير تنافسيه تعتمد على تركيز العامل المعيق والتي تعيق ارتباط الانزيم والمادة الاساس .

النشاط الرياضي والانزيمات

- إن الانزيمات مهمة في تمثيل الطاقة للجسم .خلال الجهد العالي الشدة ولأتمام تحلل الكلايكوجين لاأوكسجينياً **يعمل انزيم LDH LacticDehydroginase(لاكتيك ديهادروجنيز)** على تحويل حامض البايروفيك إلى حامض اللبنيك .وحتى في حالة الراحة فإن هذا الانزيم وبسبب نشاطه العالي يحول جزء من حامض البايروفيك إلى حامض اللاكتيك وبكميات قليلة لاتزيد عن ١٠ملغم/١٠٠ملر من الدم .
- **انزيم اللايبزLipase** يقوم بتحليل الدهون إلى ثلاثي الجلسيرين واحماض دهنية لأستخدامها في الطاقة في النشاطات التي تستغرق فترة طويلة .

- كما تسبب بعض الانزيمات Lipoprotein Lipase في الخلايا جلب الاحماض الدهنية إلى الخلايا العضلية لغرض أستهلاكها كطاقة .

- ان العضلات تحوي على انزيمات تستطيع إزالة النتروجين من بروتين العضلة (الأحماض الامينية) وبهذا تستطيع العضلة أستخدام بروتينها كمصدر للطاقة .وان مستوى الانزيمات يساعد على التسريع في أستخدام البروتين كطاقة حيث يتمكن المركب غير النتروجيني الدخول في دورة كريب لإنتاج الطاقة .

- ان زيادة الحامضية أو القاعدية يحدد من قدرة الانزيم على العمل وقد تتوقف قدرة الانزيم على العمل في الجو الحامضي (عند تراكم حامض اللبنيك في العضلة عند الجهد الشديد خلال فترة قصيرة) مما يسبب توقف تحرير الطاقة بسبب إيقاف عملية تحلل الكلايكوجين الذي يحلله انزيم (PEK) حيث يتوقف عن العمل أيضاً .

المراجع

المراجع العربية

- ابو العلا احمد عبد الفتاح ، احمد نصر الدين سيد **: فسيولوجيا اللياقة البدنية** ، ط١ ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٣ .
- ابو العلا احمد عبد الفتاح , **بيولوجيا الرياضه وصحة الرياضي** ،، دار الفكر العربي , القاهرة، ١٩٩٨ .
- بهاء الدين ابراهيم سلامة ؛ **بايولوجيا الرياضة والاداء الحركي** , دار الفكر العربي , القاهرة ، ١٩٩٢
- بهاء الدين ابراهيم سلامة, **فسيولوجيا الرياضه** ، دار الفكر العربي , القاهرة , ١٩٩٤ .
- بسطويسي احمد **: اسس ونظريات التدريب الرياضي** ، دار الفكر العربي ، القاهرة، ١٩٩٩ .
- هاشم الكيلاني ؛ **الأسس الفسيولوجية للتدريبات الرياضية** ، ط١ , الاصدار الاول ، مطبعة الفلاح للنشر والتوزيع ، الكويت , ٢٠٠٠ -
- وجيه محجوب , **التغذية والحركة** ، دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٩٠
- رشدي فتوح عبد الفتاح , **اساسيات عامة في علم الفسيولوجيا** ، ط٢ : ، مطبعة ذات السلاسل ، الكويت , ١٩٨٨
- عائد فضل ملحم : **الطب الرياضي والفسيولوجي** ، دار الكندي للنشر والتوزيع ، عمان، ١٩٩٨ .
- عبد العزيز ومحمود عبد الرحمن ؛ **الانسان تركيب ووظائف اجهزة الجسم المختلفة** , مكتبة الانجلو , مصر ، ١٩٩٢) .
.- عبد المجيد الشاعر ، رشدي قطاش : **التغذية والصحة** ، ط١ , دار اليازوري للطباعه والنشر ، عمان ، ٢٠٠٠
- عبد الرحيم فطاير : **الغذاء والتغذية** ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٠
- حميد احمد الحاج , **بيولوجيا الانسان** , مركز الكتب الاردني , عمان , ٢٠٠١ .
- سليمان علي حسن , **المدخل الى التدريب الر ياضي** , المطبعه الوطنيه , بغداد , ١٩٨٣

- قاسم حسن حسين , **الفسيولوجيا (مبادءها وتطبيقاتها في المجال الرياضي)** , مطابع التعليم العالي , بغداد , ١٩٩٠
- فاضل سلطان شريدة : **وظائف الاعضاء والتدريب البدني** ، مطابع دار الهلال للاوفسيت ، الرياض ، ١٩٩٠
- محمد حسن علاوي ، ابو العلا احمد ؛ **فسيولوجيا التدريب الرياضي** ، دار الفكر العربي ، القاهرة ١٩٩٧
- محمد علي القط , **وظائف اعضاء التدريب الرياضي** : دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٩
- محمد نصر الدين رضوان , **طرق قياس الجهد الدني** , مركز الكتاب للنشر والتوزيع, القاهره , ١٩٩٨
- محمد نصر الدين رضوان, **اللياقه البدنيه للجميع** ,ط١, القاهره . ٢٠٠٠
- محمد عثمان, **موسوعة العاب القوى**, دار القلم للنشر والطباعه والتوزيع , الكويت , ١٩٩٠

-

المراجع الاجنبيه

- Braun waled E . Heart Disease ,Texbook of Cardicvascular, medicine, Philadelphia; 1992

- Josette Dagher; Life Science , translater (Nana Zeidan) First published, June, 1999

- Dean. J ; Exercise and Training during gradead Ischaemia in healthy physical, 1994

- Franklin B. A ; Exercise in modren medicine. 1989

- Gutton and Hall; Medical physiology. 1996

- Viru. A; Adaptation in sport Training. 1994
- Daniels L . and Worthinghare; Muscle Testing, 5 th education. 1986

-Wasserman k; Principles of Exercise Testing in sport medicine , 1994
- Karvonen.j:-medicine in sports training and coaching kaeger publisher.1992

- Conn,stumpf:-outline of biochemistry.1976

Wood s.c and roach:- sport and exrcise medicine.newyork.1994

- Nadle E.R ; Physiological adaptation to aerobic training ,1985

- Ceropegen E,M ,Volkov V,M ,CenacekM ,M : Human physiology. Sport publication ,moscow , 1979

- Fisher,A,G and Jesen,C,R: Scientific Basic - of Athletic Coditioning. 3rd Ed. Philadephia, 1989.

S.Edward,L.fox ,Donald,K.Mathews,Interval training conditioning for sport and general fitness,1974.

Chon j.n :cardiovascular medicine, new york,1994,p:65

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحه
المقدمه	٧

الفصل الأول

مفاهيم فسيولوجيه اساسيه ومفهوم الخليه

المبحث الاول

مفاهيم فسيولوجية أساسية

علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)

الفسيولوجية الرياضية (فسيولوجية الحركة)

فسيولوجيا الجهد

المبحث الثاني

مفهوم الخليه (تركيبها ووظائفها)

الخليه cell

اشكال وحجوم الخلايا

تركيب الخليه ومحتوياتها

جدار الخلية cell wall

غشاء الخليه cell memberane

الاهداب microvilli او الاسواط flagella

النواة Nucleus

السايتوبلازم cytoplasm

المحتويات الحيه في السايتوبلازم :

- الشبكه البلازميه Endoplasmic reticulum

- الريبوسومات

- المايتوكوندريا (بيوت الطاقه) (mitochondria)

- جهاز كولجى golgi apparatus

- الجسم المركزى (centriole)

- الليفات (fibrullous)

- الجسم الحال الايسوسوم (lysosomes)

- البلاستيدات plastids

المحتويات غير الحيه فى السيتوبلازم :
- الحبيبات النشويه glycogen
- الحبيبات الصبغيه (Melanin)
- القطيرات الزيتيه
- البلورا
- الفجوات الخلويه vacuoles

الفصل الثانى

فسيولوجيا الجهاز العصبي

المبحث الاول

تركيب الجهاز العصبي واجزائه
الخليه العصبية nervous cell
الخلايا الجيلاتينيه (الدبقيه) Glial Cell
انواع الخلايا الجيلاتينيه
الجهاز العصبي المركزي central n. System
الجهـاز العصـبي الطرفـي المحيطـي .Peripheral nervous system
- الأعصاب المخية الدماغيه Cranial:nerves
- الأعصاب الشوكية (spinal nerves)
- ألاعصاب الحسية (الواردة) Peripheral sensory nerves
- ألاعصاب الحركية (الصادرة) Peripheral motor nerves
- الجهازالعصـبي الـذاتي (التلقـائي) Autonomous Nervous System

المبحث الثانى

تآثير التدريب على الجهاز العصبي
فسيولجيا الجهاز العصبى وأسس و قوانين التوافق الحركى
التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة
التمارين الرياضية و وظيفة الجهاز العصبى
أسس و قوانين التوافق الحركى
المعلومات الخارجيه والداخليه
العلاقه المتبادله فى الاداء الحركى

الحواس والرياضه
عمل ونشاط الاجهزه الحسيه
الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه
المهارات الحركيه (الخبرات)
مراحل تكوين المهارات الحركيه

الفصل الثالث

فسيولوجيا الجهاز العضلي

المبحث الاول

العضلات (muscle)
- العضلات المخططة الإرادية Vountary Muscules
علاقة العضلات بالعظام
التركيب النسيجي للعضلات الاراديه
التجهيز العصبي للعضلات الإرادية
خصائص العضلات الإرادية
العضلات الإرادية البيضاء
العضلات الاراديه الحمراء
انواع العضلات الهيكليه وفق عملها
انواع العضلات الاراديه وفق شكلها وتنظيم اليافها
- العضلات الملساء اللارادية involuntary Muscules
العضلات الملساء (اللاإرادية) والتجهيز العصبي
- العضلات القلبية Cardic Muscules
خواص الالياف العضليه بشكل عام
الجزء التقلصي في الليفه العضليه
المواد الداخلة في تركيب العضلة

المبحث الثاني

فسيولوجيا الحركه
التقلص العضلي
انواع التقلص العضلي
ادوارالتقلص العضلي
ظاهرة التدرج في التقلص العضلي

العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط
التكزز العضلي
الاجهاد العضلي
الاحماء والتحفيز العضلي
انواع المحفزات
تأثير المحفزات المتعاقبه Effect of two successive stimuli
على العضله وتقلصها
تأثير المحفزات المتكرره Effect of Repeated Stimuli
نقل المثيرات العصبيه للعضله
الوحده الحركيه والعمل العصبي العضلي
التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء التقلص العضلي
التغييرات التي تحصل في العضله عند تحفيزها
اولا- التغييـرات المورفولوجيـه MORPH OLOGICAL CHANGES
ثانيا- تغييرات الكهربائيه ELECTRICAL CHANGES
ثالثا- التغييرات التهيجيه EXCITABILITY CHAGES
رابعا- التغييرات الميكانيكيه MECHANICAL CHANGES
خامسا –التغييرات الكيمياويه CHEMICAL CHANGES
سادسا- التغييرات الحراريه THERMAL CHANGES
إثر التدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي
أولاً : التغيرات البيوكيمياوية
ثانياً : التغيرات البنائية

الفصل الرابع

فسيولوجيا القلب والجهاز الدوري

المبحث الاول

القلب والجهاز الدوري The circulatory system

مكونات جهاز القلب والدوران
القلب myocardium
صمامات القلب
الدوره القلبيه

الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)
الدورة الرئوية
تغذية القلب الدموية
التغذية العصبية للقلب (الجهاز التوصيلي للقلب)
خواص القلب الفسيولوجيه
الدم (Blood)
مكونات الدم
البلازما plasma
خلايا الدم Blood cell
- كريات الدم الحمراء Red Blood cells
- خلايا الدم البيضاء White Blood cells leukoytes
- الصفائح الدموية platlates
وظائف الدم العامه
الأوعية الدموية (Blood vessels)
- الشرايين Arteries
- الشعيرات الدموية capillaries
- الأوردة veins

<u>المبحث الثاني</u>

تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري
القلب والانجاز الرياضي
اثر الحمل في وضع القلب
التغييرات الكيمياوية في عضلة القلب
كمية الدم والنشاط الرياضي
تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعيه الدمويه

المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل في القلب :

أولاً : معدل ضربات القلب(سرعة القلب) (النبض)
تنظيم ضربات القلب
العوامل المؤثره في سرعة القلب (النبض)

ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم
العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي
- تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي
- حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضي
تأثير الرياضه على الدفع القلبي
ثالثاً : حجم القلب
رابعاً : عدم أنتظام ضربات القلب
خامسا: الضغط الدموي
- الضغط الدموي الانقباضي
- الضغط الدموي الإنبساطي
العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي
تنظيم ضغط الدم
تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم
اسباب ارتفاع ضغط الدم اثناء الجهد العضلي

الفصل الخامس

فسيولوجيا الجهاز التنفسي

المبحث الاول

الجهاز التنفسي Respiratory System
مكونات الجهاز التنفسي
اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)
- الأنف : (Nose)
البلعوم
الحنجرة
القصبة الهوائية
وظائف الممرات الهوائية
ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين
الرئتان
الحويصله الدمويه
انواع التنفس
ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركه في عملية التنفس

حركات التنفس
عمليات التنفس
الضغط داخل الرئه
الضغط داخل الغشاء البلوري
مكونات هواء التنفس
التهويه في الجهاز التنفسي
تبادل الغازات
تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوى
تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم
تبادل الغازات بين الدم والانسجه
آلية التحكم وتنظيم عمليه التنفس
المراكزالتنفسيه Respiratory Centre
المراكز التنفسيه والنشاط البدني
العوامل التي تؤثرعلى المراكز التنفسيه
وسائل ضبط التنفس
- **الضبط العصبي**
- **الضبط الكيميائي**

<u>المبحث الثاني</u>
السرع والاحجام التنفسيه وتاثير النشاط الرياضى على التنفس
سرعة التنفسٌRate of Respiration
العوامل المؤثره في سرعة التنفس
أحجام التنفس
- السعه الشهيقيه
- السعه الاحتياطيه للزفير
- السعة الحيوية Vital capacity-
- السعة الكلية للرئتين Total Lung Capacity
- السعه التنفسيه العظمى Maximum Ventilation
- التهويه الرئويه اللازمه Ventilatory Requirement
- أحتياطي التنفسي للتهويه Breathing Reserve
- معامل التنفس (الحاصل التنفسي)_Respiratory Quatient

تاثير النشاط الرياضى على التنفس
- التغيرات عند القيام بمجهود متوسط الشده ولمده طويله:-
- التغيرات فى التنفس عند القيام بمجهود عنيف ولفتره قصيره
التنفس عند الضغوط المختلفه
التنفس وعلاقته ببعض انواع الرياضه :-
تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي

الفصل السادس

التغذيه والسوائل الجسميه والالكترولايت

المبحث الاول

التغذيه Nutrition
العناصرالأساسية للغذاء
- الكربوهيدرات مصدر الطاقه الاول
- الدهون المصدر الثاني للطاقه
- البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقه
- المواد المعدنيه (الاملاح)
- السوائل
- الفيتامينات
- الالياف
الأسس العامة لتغذية الرياضيين
الغذاء والطاقه
حاجة الجسم اليوميه من الغذاء (الطاقه)
النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء
العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقه اللازمه للفرد
تصنيف الالعاب الرياضيه حسب حاجة الرياضي من الغذاء و الجهد المبذول
توازن الطاقة
تغذية الرياضي
- تغذيةالرياضي قبل الجهد
- تغذية الرياضي يوم السباق
- تغذية الرياضي بعد الجهد

المبحث الثاني

السوائل الجسمية والألكتروليت ELECTROLYTES

- السائل الخلوي Enteracellular Fluid

- السائل اللاخلوى extracellular fluid

الماء

وظائف الماء

مصادر الماء فى الجسم الانسان Sources water to the body

الميزان المائى WATER BALANCE

انتقال السوائل في انسجة الجسم

الضغط الأزموزى و توازن السوائل

نعويض السوائل في الانشطه الرياضيه

الحفاظ على محتوى ثابت من الماء في الجسم

التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيني

الألكتروليت ELECTROLYTES

الفصل السابع

الطاقه وأنظمتها (Energy – system)

المبحث الاول

الطاقه Energy

اشكال الطاقه

الايض Metabolism

عملية الهضم والامتصاص

كيف يتم حساب الطاقه

العوامل التي تحدد مجموع الطاقه التي يحتاجها الجسم

معدل التمثيل الغذائي الاساسيBasal Metabolic Rate

العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) والطاقه

وظائف ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP

كيف يتم الحصول على الطاقه من ATP

المبحث الثاني

أنظمة الطاقة (Energy – system)

اولا - النظام اللااوكسجيني اللاهوائي Anaerobic system

- النظام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP -phosphaatase system

ميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :

- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

مميزات نظام حامض اللاكتيك (النظام اللاهوائي)

النقص الأوكسجيني والدين الأوكسجيني

انواع الدين الاوكسجيني

انواع القدرات اللاهوائيه

- القدره اللاهوائيه القصوى

- السعه اللاهوائيه

التحميل اللاهوائي وطرق تأخير التعب

عوامل الانتاجيه اللاهوائيه

ثانيا - النظام الأوكسجيني الهوائي O_2 aerobic system

مصادر الطاقه في النظام الهوائي

النظام الهوائي والانشطه الرياضيه

العوامل التي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائي

مميزات النظام الهوائي

القابليه القصوى لاستهلاك الاوكسجين VO2MAX

التداخل بين نظم إنتاج الطاقة

اسهامات نظم الطاقه خلال زمن الاداء

توازن الطاقة

تعويض مصادر الطاقة

الفصل الثامن

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه والتكيفات الحاصله

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

اولا- مرحلة التحضير (الاعداد)
التغييرات الوظيفيه في مرحلة التحضير
انواع الاستجابات في مرحله التحضير
تنظيم حاله التحضير
الاحماء و دورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير
تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم
فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسى)
ثانيا- مرحلة العمل (الجهد)
حالة الاستقرار
حالة الاستقرار الحقيقية
حاله الاستقرار الكاذبة
الجهد النافع
العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:
التعب العضلي
التغييرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي
علامات التعب العضلى
أهمية التعب
انواع التعب
قياس التعب
درجات التعب
اسباب تأخير ظهور التعب عند الرياضي
العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه
الشد العضلي (Muscular Ton)
ثالثا- مرحلة مابعد الجهد(الراحه والاستشفاء) Rest Recovary and
التغييرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناء الراحه
الاستشفاء Recovary
تنظيم عملية الاستشفاء
تقويم حالة الاستشفاء
العوامل المؤثره في عملية الاستشفاء

الوسائل المسرعة للأستشفاء

المبحث الثاني

التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء والاجهزه اثناء الراحه والجهد العضل

دليل التدريب عند الراحه

- التغيرات في العظام

- التغيرات في العضلات

- التغيرات في الطاقه

- التغييرات في الجهاز التنفسي

- التغييرات في القلب والدوره الدمويه

دليل التدريب عند العمل المنتظم

دليل التدريب عند الجهد الشديد

- تدريبات االجهد الشديد والسريع

- تدريبات المطاولة

- تدريبات القوة

خصائص ومباديء اعادة التدريب

المبدا الاول - اعاده اداء التمارين

المبدا الثاني - انتظام تعاقب اعاده التمارين

المبدا الثالث - العلاقه الصحيحه بين العمل والراحه

المبدأالرابع / الزيادة التدريجية للجهد

المبحث الثالث

اعداد الرياضي في البيئات المختلفه

إعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية

الضغط الجوي والمرتفعات

التدريب في المرتفعات

إرتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني

الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً

أهمية التوازن الحراري للرياضيين
التدريب في الجو البارد
التدريب في الأعماق

الفصل التاسع

الخصائص الفسيولوجيه للنساء والاطفال والنشاط الرياضي

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضه

خصائص ممارسة الانشطه البدنيه عند المرأه

الفروقات التكوينيه والفسيولوجيه بين المرأة و الرجل

اولا ـ تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و الاطوال)

ـ الفروقات الجنسية عند النساء

ـ الفروقات المورفولوجيه

ثانيا ـ نمو القدرات الحركية

ـ القوه العضليه

ـ المطاوله

ـ التوافق والمرونه الحركيه

ثالثا ـ وظائف الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلى

ـ معدل التمثيل الاساسي

ـ الجهاز الحركي

ـ جهاز القلب والدوران

- مستويات بعض المواد في الدم

- الجهاز التنفسي

القابليه البدنيه والوظيفيه للمرأه خلال مراحل الدوره الشهريه

المبحث الثاني

الخصائص الفسيولوجيه للاطفال فى سن المدرسة عند اداء النشاطات الرياضية

الخصائص العامة

العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

- الوراثه
- البيئه الخارجيه
- وسائل التربية البدنية

- الجهاز العصبي والتنظيم الهرموني
الادوار العمرية

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور(٨-١٢) سنة و الاناث (٨-١١) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث) الذكور من (١٣-١٦) سنة الاناث من (١٢-١٥) سنة

ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من(١٧-١٨) سنة والاناث من (١٦-١٨) سنة

الخصائص الفسيولوجية للادوار العمرية

نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

الفصل العاشر

الهرمونات (Hormones) والانزيمات(ENZYMES)

المبحث الاول

الهرمونات (Hormones)

الهرمون Hormones

التصنيف الكيميائي للهرمونات

وظائف الهرمونات

اماكن عمل الهرمونات

- **كيف يعمل الهرمون**
- **انواع عمل الهرمونات**
- **الهرمونات الموضعية Local**
- **الهرمونات العامه**
- **العوامل المساعده في افراز الغدد الصماء ومستوى الهرمونات في الدم**

تصنيف الهرمونات

الخصائص العامه للهرمونات

الغدد في الجسم Gland in Human Body

اولا-(الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

ثانيا -(الغدد الصماء القنوية): Exocrine خارجي

ثالثا- الغددالمشتركه (endo - exo crine

أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا- الغدة النخامية (pituitary Gland)

ثانيا- الغدتان الكظريتانAdrenal Gland :

ثالثا – الغده الدرقيه Thy roid

رابعا- الغدد جارات الدرقيه Parathyroid Glands

خامسا- غدة البنكرياس Pancreas

سادسا- المناسلGonads

سابعا - الغده الزعتريه Tymus Gland

ثامنا- الغده الصنوبريه Pineal Gland
تاسعا- بطانة المعده والامعاء Mucosa of Stomach and Intestine
عاشرا- الكليتان Kidney
الحادي عشر- هرمون القلب

المبحث الثاني

الانزيمات

تكوين الانزيمات

وظائف الانزيمات

آلية عمل الانزيمات

خواص الانزيمات

انواع الانزيمات

العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات

النشاط الرياضي والانزيمات

المؤلفه في سطور

الاستاذه الدكتوره سميعه خليل محمد امين

اختصاص تأهيل اصابات رياضيه

حاصله عل شهادة الدكتوراه بمرتبة الشرف من الاتحاد السوفيتي عام ١٩٨٣

-عملت رئيسه لقسم العلاج الطبيعي / المركز التخصصي للطب الرياضي ١٩٨٤- ١٩٨٧

- عملت تدريسيه في جامعة بغداد/ كلية التربيه الرياضيه منذ عام ١٩٨٧ ولحد الان .

- درست في كليات التربيه الرياضه جامعة بغداد وكلية التربيه الخاصه وكلية التربيه الرياضيه جامعة السليمانيه (دكتوراه , ماجستير , اوليه)

- درست المواد (الطب الرياضي , الرياضه العلاجيه , الفسيولوجيا الرياضيه , التربيه الصحيه , تأهيل ومعينات المعوقين)

-عملت في اللجان العلميه والدراسات العليا.

-عضوة لجنة الترقيات المركزيه لجامعة بغداد للسنوات(٢٠٠٢-٢٠٠٣- ٢٠٠٤)

- رشحت الاستاذ الاول في كلية التربيه الرياضيه / بنات ٢٠٠٦

- رشحت لافضل نتاج ثقافي في كلية التربيه الرياضيه / بنات ٢٠٠٦

- رشحت من قبل جامعة بغداد لنيل جائزة عويص الثقافيه عام ٢٠٠٦

- عضوة الاكاديميه الرياضيه العراقيه ولها محاضرات ومقالات عده منشرره على الموقع.

- اشرفت على اكثر من (٥٠) اطروحه ورسالة ماجستير في مجال التخصص.

- نشرت مايقارب (٢٥) بحثا في مجال التخصص.

- شاركت في عدة مؤتمرات قطريه وعربيه وعالميه.

صدر للمؤلفه الكتب التاليه (الرياضه العلاجيه ١٩٩٠, الاصابات الرياضيه ٢٠٠٥, التربيه الصحيه للرياضيين ٢٠٠٦)