التنفـــــــــس

هي عبارة عن عملية فسيولوجية مهمة للكائنات الحية بواسطتها يتم نقل الغازات فتأخذ الخلايا الأوكسجين وتطرد ثاني أوكسيد الكربون الزائد.

يستعمل الأوكسجين في أكسدة (أيض) المواد الغذائية داخل الخلايا لتحرير الطاقة وبالتالي أنتاج ثاني أوكسيد الكربون كمخلفات من أكسدة المواد ليتم التخلص منة عن طريق التنفس، وتتم عملية ألأكسدة داخل الخلايا من خلال **التنفس الخلوي (Cellular respiration)** في المايتوكوندريا (Mitochondria) مكان أنتاج الطاقة في الخلايا حيث يدخل الأوكسجين إليها والذي يستهلك أثناء أيض المواد الغذائية داخلها وينتج عن أكسدة تلك المواد ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) الذي يطرح في الدم، وبما ان الكمية الزائدة من (CO_2) في الدم تؤدي الى ارتفاع معدل الحموضة وهي سامه بالنسبة للخلايا فلابد من التخلص من الكميات الزائدة بسرعة وبكفاءة عالية ولهذا يوجد جهازان بالجسم مسئولان عن امدادة بالأوكسجين والتخلص من ثاني أوكسيد الكربون حيث يقع على عاتق الجهاز الدوري نقل الغازات بين الخلايا والرئتين في حين يقوم الجهاز التنفسي بتبادل الغازات (Gas exchange).

وتبلغ نسبة الأوكسجين في الهواء الجوي 21% وتتناقص كلما ارتفعنا عن سطح البحر الى قمم الجبال، ونسبة ثاني أوكسيد الكربون (0.03%) وغاز النيتروجين (78.8%) ،غازات أخرى 0.23% وتلعب عوامل أخرى في نسبة الأكسجين منها:

أ- درجة الحرارة : فالهواء الساخن يحتوى على كمية أوكسجين اقل من الهواء البارد
ب- درجة الملوحة : حيث ينخفض الأوكسجين الذائب في الماء بارتفاع الملوحة.
ج- التيارات المائية : تؤثر في سرعة انتشار المياه وتشبعها بالغازات.

أعضاء التنفس: Respiratory organs

تشمل أعضاء التنفس التراكيب التالية :

1- الأنف /2- البلعوم /3-الحنجرة /4- القصبة الهوائية /5- الشعب الهوائية / 6- الرئتين والحويصلات الهوائية 7- أغشية البلورا او الجنبة.

1- الأنف (Nose):

وهو الجزء الأول من الجهاز التنفسي ويتميز تركيبة الداخلي بكونه مبطن بغشاء مخاطي غني

بالأوعية الدموية.

وظائف الأنف :

1- إدخال هواء الشهيق وتسخينه وترطيبه وتنقيته من الشوائب والجراثيم العالقة به وذلك بمساعدة المخاط الأنفي.

2- يقوم الأنف بحاسة الشم حيث يستطيع أدراك الغازات الضارة وتتركز الحاسة في مستقبلات الشم في الغشاء المبطن للجزء العلوي للتجويف الأنفي.

3- طرح وإخراج إفراز الغشاء المخاطي والجيوب الأنفية والقناة الدمعية خارج الجسم بواسطة الأهداب.

2- البلعوم :Pharynx

يسمى أحيانا بالحلق (Throat) وهو أنبوب عضلي طوله 13سم ، تتصل به سبع فتحات فتحة الفم الداخلية وفتحتا الأنف الخلفيتان وفتحتا قناتي استاكيوس وفتحة الحنجرة وفتحة ألمري.

يتكون البلعوم من ثلاث أجزاء :

أ-الجزء العلوي الجزء ألبلعومي الأنفي (Nasopharynx) يبطن بطبقة طلائية مهدبة كاذبة تساعد الأهداب في تحريك المخاط لأسفل الفم، وتفتح فيه قناتا استاكيوس على الجدار الجانبي حيث تتبادل القناتان كمية قليلة من الهواء مع هذا الجزء من البلعوم للمحافظة على توازن ضغط الهواء على جانبي الأذن الوسطى وطبلة الأذن.

ب- الجزء ألبلعومي ألفمي (Oropharynix) ممر للهواء والطعام، توجد به زوجان من اللوز لوزتا الفك ولوزتا اللسان عند قاعدة اللسان.

ج- الجزء السفلي الجزء ألبلعومي الحنجري (Laryngopharynix) الذي يتفرع الى جزأين في الأسفل هما المرئ والحنجرة (Larynx)، وتبقى فتحة الحنجرة في البلعوم مفتوحة دائما لدخول الهواء إلا عند بلع الطعام فإنها تسد بواسطة لسان المزمار أو اللهاة (Epiglottis).

وظائف البلعوم :

- ممر للهواء من الأنف الى القصبة الهوائية.
- ممرا للغذاء من الفم الى المرئ.

- يعمل كغرفة لنغمة الصوت ونوعيته (Resonating chamber).

3- الحنجرة :Larynx

تسمى الحنجرة بصندوق الصوت (Voice box) وهي ممر قصير يوصل بين البلعوم والقصبة الهوائية، وهي ذات تركيب عضلي غضروفي يدعم جداره بأربعة غضاريف هي:

1- غضروف درقي أمامي (Thyroid cartilage)
2- وغضروف حلقي سفلي (Cricoid cartilage)
3- وغضروفان خلفيان (Arytenoid cartilage)

تبطن الحنجرة بغشاء مخاطي مهدب للتخلص من العوالق في الهواء الداخل، ويوجد فيها الحبال الصوتية، ويحدث الصوت نتيجة اهتزاز هذه الحبال، والحنجرة في الرجل أكثر وضوحا وتبرز قليلا الى الأمام ويطلق عليها تفاحة أدم (Adam's apple) وبعد الحنجرة يندفع الهواء الى الجزء التالي وهو القصبة الهوائية.

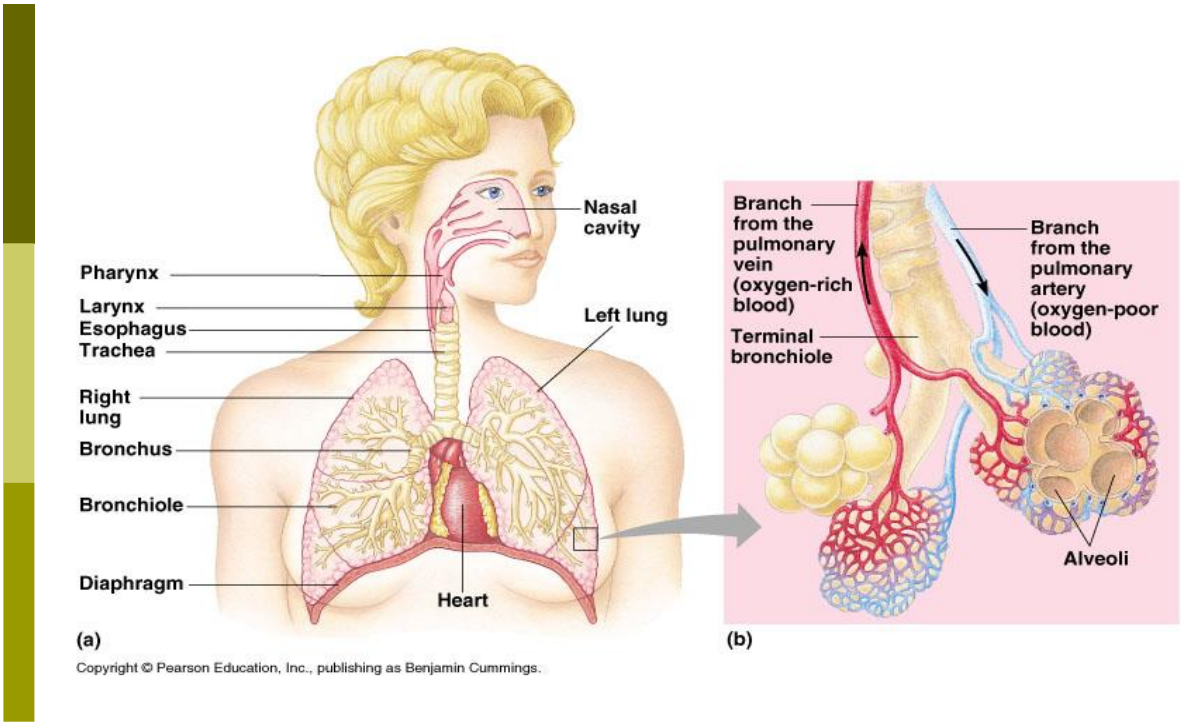
4- القصبة الهوائية :Trachea

وهي أنبوبة طويلة نسبيا وواسعة، طولها 12 سم قطرها 2 سم وتقع أمام المرئ وتمتد بين الحنجرة والفقرة الصدرية الخامسة ثم تتفرع الى شعبتين هوائيتين (يمنى ويسرى)، وتتميز بكونها مفتوحة دائما لوجود حلقات غضروفية تدعم جدارها على شكل حرف (C) والجزء المفتوح من الحرف (C) يتكون من ألياف عضلية ملساء تساعد المرئ على التمدد، ويبطن القصبة الهوائية طبقة طلائية مهدبه، تقوم بإفراز المواد المخاطية التي تساعد في ترطيب الهواء وتنقيته وتقوم هذه الأهداب بالتذبذب من أسفل إلى أعلى لطرح الإفرازات المخاطية وإخراجها عن طريق الفم.

5- الشعب الهوائية :Bronchi

تنتهي القصبة الهوائية بتفرعها الى فرعين من الشعب الهوائية الأولية اليمنى واليسرى (Right and left primary bronchus) اللتين تدخلا الى الرئتين، وكل شعبة تتفرع داخل الرئة الى شعب ثانوية (Secondary bronchus)، تركيب الشعب الهوائية يشبه تركيب القصبة الهوائية إلا ان غضاريفها كاملة الاستدارة، وداخل كل فص من فصوص الرئة تتفرع

الشعب الثانوية الى فروع صغيرة متفرعة تعرف بالشجيرة الشعبية (Bronchial tree).



5- الرئتان :Lungs

يوجد في الإنسان زوج من الرئات مخروطية الشكل تقع في التجويف الصدري، يفصل بينهما القلب وتفرعات الشعبتين الهوائية، تنقسم كل رئة الى فصوص بواسطة أخاديد، وكل فص يصله فرع من فروع الشعب الهوائية الثانوية، فالرئة اليمنى تنقسم الى ثلاث فصوص (Lobes) اما الرئة اليسرى الى فصين، كل جزء من الفصوص يتجزأ الى حجر صغيرة تعرف بالفصيصات (Lobules) ويغلف كل فصيص بنسيج ضام مطاطي يحتوى على الأوعية الليمفاوية والأوردة والشرايين، ثم بعد ذلك تتفرع الى ما يعرف بالشعيبات الهوائية تتكون جدرانها من خلايا حرشفية، تبرز من جدار هذه الشعيبات تجاويف صغيرة تشبه الكأس في شكلها تعرف بالحويصلات الهوائية او الاسناخ الرئوية (Alveoli) تشترك الحويصلات الهوائية في شبعة هوائية او قناة حويصلية تعرف بالكيس الحويصلي او السنخي (Alveolar sac). ويبلغ عدد هذه الحويصلات الهوائية او الاسناخ في الرئة عدة ملايين، وحول كل حويصلة هوائية تنتشر شبكة من الشعيرات الدموية من الشريان والوريد، اذ تتم عمليات التبادل الغازي بواسطة الانتشار البسيط بين الدم والحويصلات الهوائية عبر جدارها والشعيرات

الدموية.

7- أغشية البلورا أو الجنبة :Pleural membranes

تحاط كل رئة بغشاء البلورا وهو غشاء ليفي ثنائي الطبقة تتألف كل طبقة من صف واحد من الخلايا الطلائية الداخلية ملتصقة بالرئة والخارجية تواجه القفص الصدري، وتحصران بينهما التجويف البلوري أو الجنبي (Pleural cavity) الذي يحتوى على السائل المصلي (Serous fluids) كي يساعد في عمل سطح انزلاقي للرئتين داخل القفص الصدري.

أقسام الجهاز التنفسي.

يمكن تقسيم الجهاز التنفسي الى منطقتين تبعاً لعلاقة كل منهما بعملية التنفس وهما:

1- منطقة التوصيل.

وتشمل هذه المنطقة الأجزاء التي لا يتم فيها تبادل الغازات حيث تكون هذه الأجزاء عبارة عن ممرات هوائية تقوم بنقل الغازات من والى مناطق الرئة التي يتم خلالها تبادل الغازات وتشمل الفم والأنف والقصبة الهوائية والشعبتان والشعيبات الهوائية وعادة ما يطلق على منطقة التوصيل "الفراغ الميت التشريحي" نظراً لعدم قيامها بدور التنفس ولكنها تحتوي على حجم من الهواء يصل الى 150 مل وتبرز أهميتها بكونها مسئولة عن سرعة إيصال الهواء الى منطقة التنفس.

2- منطقة التنفس.

وتتكون من المناطق التي يتم خلالها تبادل الغازات في الرئة وتحتوى على الحويصلات الرئوية والتي ينسب أليها زيادة أحجام هواء التنفس وتبرز أهميتها بأنها مسوؤلة عن عملية التبادل الغازي بين سطح الحويصلات والدم.

☐ مراحل عملية التنفس.

تقسم عملية التنفس الى:

1- **التنفس الخارجي (Breathing)** او التهوية الرئوية (Pulmonary ventilation)

ويمكن تقسيم التنفس الخارجي الى أربع عمليات متكاملة هي:

أ- تبادل الغازات بين البيئة والرئتين. وهذه العملية تعرف باسم التهوية الرئوية او التنفس وهي حركة دخول وخروج الهواء بعمليتي الشهيق والزفير.

ب- تبادل الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون بين الرئتين والدم.

ج- نقل الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون بواسطة الدم.

د- تبادل الغازات بين الدم والخلايا.

وتتطلب عملية التنفس الخارجي التوافق بين وظيفة كل من الجهاز التنفسي والجهاز الدوري.

2- التنفس الداخلي (Internal respiration) : والتي تسمى أيضا بالتنفس الخلوي (cellular respiration) تشمل عمليات تبادل الغازات بين الدم وخلايا أنسجة الجسم المختلفة، وعمليات الأكسدة التي تحدث داخل الخلايا لإنتاج الطاقة.

◘ تهوية الرئة:

وهي كمية الهواء التي تدخل الرئتين في الدقيقة وتتوقف على عاملين:

1- حجم هواء الشهيق (عمق التنفس)

2- عدد مرات التنفس في الدقيقة أو معدل التنفس (Respiration rate).

آلية التنفس : Mechanics of Breathing

تحاط الرئتان بالقفص الصدري الذي يتكون من (12زوج) عظام الضلوع تربطها عضلات الضلوع، وهو مخروطي الشكل له فتحتان العلوية تمر منها القصبة الهوائية والمرئ والأوعية الدموية والأعصاب والفتحة السفلية مغلقة بعضلات الحجاب الحاجز (Diaphragm) الذي يفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني

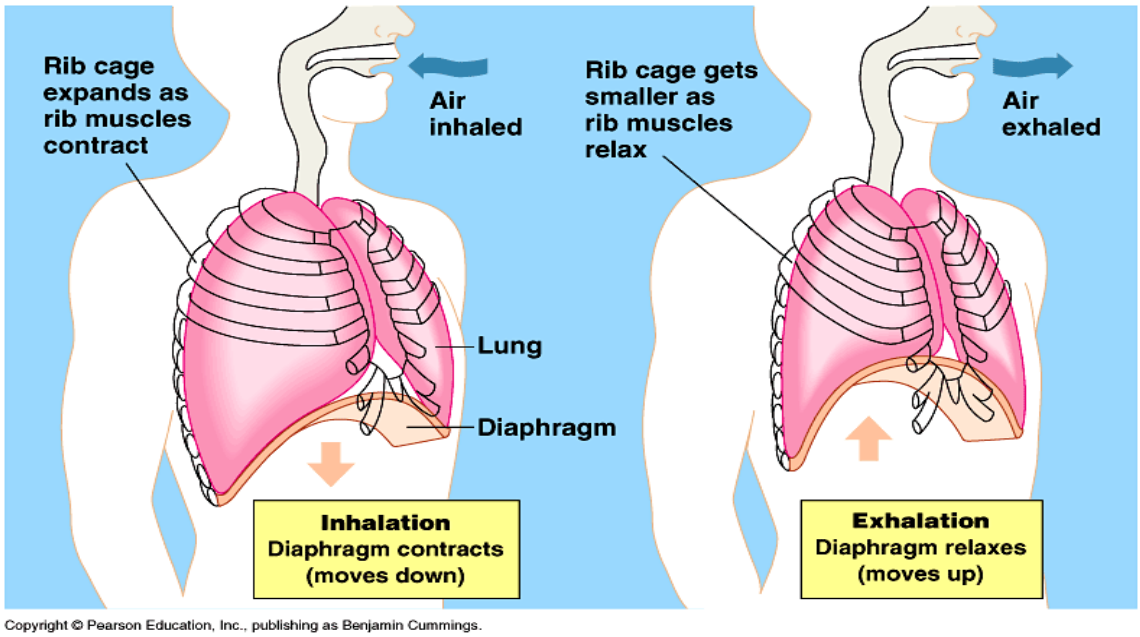
◘ آلية التنفس تتم خلال عمليتين متعاقبتين:

1- **عملية الشهيق (Inspiration):** وفيها تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فينخفض الى الأسفل ليتسع تجويف القفص الصدري والذي يؤدي الى تمدد الرئتين وخفض الضغط داخلهما ليصبح اقل من الضغط الجوي الخارجي، مما يعمل على دخول الهواء الى الرئتين، وهي عملية ايجابية تحتاج للطاقة.

2- **عملية الزفير (Expiration):** إذ تنبسط عضلات الضلوع وتعود هي وعضلة الحجاب

الحاجز لوضعها الطبيعي فيقل حجم التجويف الصدري ليسلط ضغطا على الرئتين مما يعمل على طرد الهواء للخارج وهذه عملية سلبية تتم بدون أي جهد عضلي ولا تحتاج للطاقة.

آلية التنفس : Mechanics of Breathing



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

قياس التهوية في الرئتين :Measurement of ventilation

يبلغ حجم الهواء الذي يدخل الرئتين ويخرج منها في الإنسان في وضع الراحة 500 مل ويدعى بالحجم ألموجي (Tidal volume) ولكن ممكن زيادته الى 2500 مل وذلك بالقيام بشهيق عميق بعد شهيق اعتيادي ويدعى هذا بالحجم ألشهيقي الاحتياطي (Inspiration reserve volume IRV) ويمكن طرد كمية من الهواء بعملية زفير قوية بعد عملية زفير اعتيادية فيخرج 1500مل هواء فيعرف بالحجم ألزفيري الاحتياطي (Expiratory reserve volume ERV)، وتبقى بعد أعمق عملية زفير كمية من الهواء في الحويصلات الهوائية تقدر بـ1500 مل تدعى بحجم الهواء المتبقي (Residual volume).

ونظرا لان الهواء الداخل لا يصل كله الى الحويصلات الهوائية ويبقى في المجاري التنفسية، مما يجعله لا يشترك في تزويد الدم بالأكسجين لذا يدعى هذا بالحيز الميت (dead space) وتقدر قيمته بـ150 مل وبهذا يمكن القول انه لا تحدث أية عملية تبادل للغازات في المجاري التنفسية، لذا فإنه أثناء التنفس العادي يتجدد 350 مل من هواء الحويصلات الهوائية

الرئوية والبالغ 3500 مل.

الضغط الجزيئي.

ان الضغط الجزيئي للأوكسجين (PO2) وثاني اوكسيد الكربون (PCO2) أثناء التنفس العادي يبقى ثابتا وبمقدار يسمح للتبادل الغازي بين جدار الحويصلات الهوائية والدم، والذي يقدر في الحويصلات الهوائية كما يلي:

1- للضغط الجزيئي الأوكسجيني =100مم زئبق
2- والضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكربون =40 مم زئبق

مقابل 160 مم زئبق للأوكسجين، 0.3 مم زئبق لثاني اوكسيد الكربون في هواء الشهيق.

ويصل مقدار الهواء المتجدد في الرئتين خلال الدقيقة الواحدة أثناء الراحة إلى 6-7 لترات ويدعى هذا بالحجم ألدقيقي (Minute volume) وهو حجم الهواء الداخل عن طريق فتحتي الأنف الى الرئتين.

كما يبلغ عدد الحركات التنفسية في الدقيقة 16-18 مرة.

تبادل غازات التنفس :Exchange of respiratory Gases

أ- عند امتلاء الرئتين، ينتقل الأوكسجين من الحويصلات الهوائية عبر سوائل الأنسجة البينية ثم الى الدم ومنه الى خلايا الأنسجة.

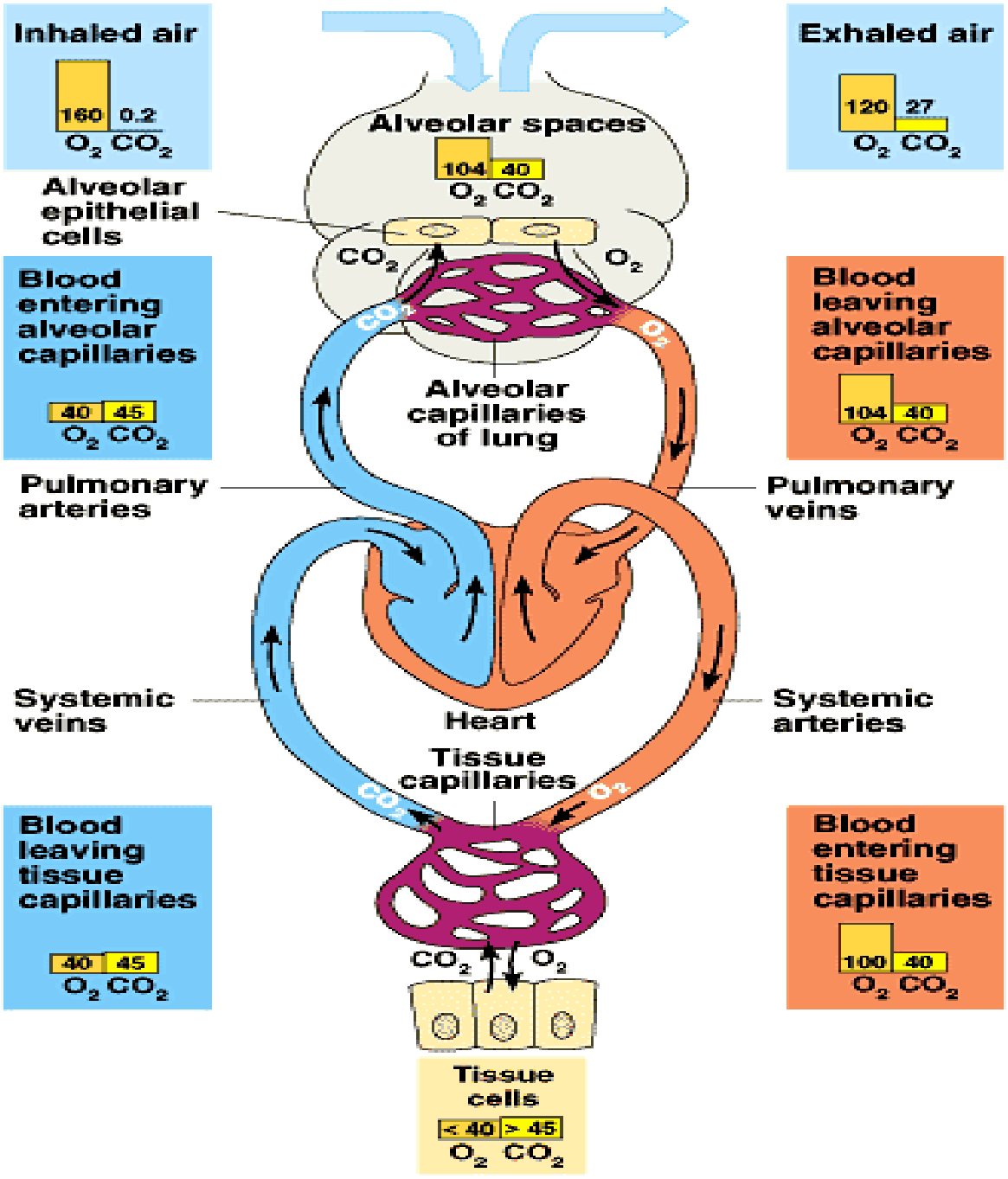
ب-أما ثاني اوكسيد الكربون فهو يسلك عكس الاتجاه من الخلايا الى السوائل البينية ثم للدم ومنه الى الحويصلات الهوائية بالرئتين.

ت-في الدم الوارد الى الرئتين يبلغ ضغط الأوكسجين (PO2) حوالي 40 مم زئبق وضغط ثاني اوكسيد الكربون (PCO2) 54 مم زئبق، وبما ان ضغط الأوكسجين (PO2) في الحويصلات الهوائية (الاسناخ) يبلغ 100 مم زئبق وثاني اوكسيد الكربون (PCO2) 40 مم، حيث تعمل الزيادة في ضغط الأوكسجين في الحويصلات الى انتقال الهواء الى الدم، اما زيادة ضغط ثاني اوكسيد الكربون في الدم عما في الحويصلات الهوائية يؤدي الى نقل ثاني اوكسيد الكربون من الدم الى الحويصلات الهوائية عن طريق خاصية الانتشار البسيط (Simple Diffusion).

ث-عملية تبادل الغازات سريعة نظرا لكبر مساحة سطح التبادل ورقة الجدار الخلوي الفاصل للحويصلات الهوائية (الاسناخ) وبين الدم، حيث تستغرق العملية الواحد اقل من ثانية، وعلى

هذا فإن الدم الشرياني الذي يترك الرئتين يكون الضغط الأوكسجيني وثاني اوكسيد الكربون فيه 100، 40 مم زئبق على التوالي .

ج- أما في الأنسجة فيحدث العكس أي ان الأوكسجين ينتقل من الدم الى الخلايا لان الضغط الأوكسجيني في الدم أعلى منه في الأنسجة، بينما ثاني اوكسيد الكربون ينتقل من الخلايا الى الدم لان ضغط ثاني اوكسيد الكربون أكبر في الخلايا عنة في الدم.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

انتقال الغازات في الدم : Transport of Gases in Blood

1- نقل الأكسجين في الدم :

ينقل الأوكسجين في الدم عن طريق إتحاده مع بروتين الهيموكلوبين وتقدر هذه الكمية التي تنقلها كريات الدم الحمراء (97%) ، بينما كمية الأوكسجين الحرة في بلازما الدم (3%) وتساوى ضغط الأوكسجين في حويصلات الهواء مما يجعله قليل الذوبان في البلازما.

وفي وجود الضغط الجزيئي للأوكسجين في الحويصلات الهوائية العالي يرتبط الأوكسجين مع الهيموكلوبين في كريات الحمراء ليكون مركب اوكسي هيموكلوبين (Oxyhaemoglobin):

في الحويصلات High PO2

$$4Hb + 4O2 \longrightarrow 4HbO2$$

في الخلايا Low PO2 /high H^+

نقل ثاني اوكسيد الكربون في الدم :

يتم نقل ثاني اوكسيد الكاربون بثلاث طرق:

في الأولى: 8% عن طريق الذوبان في بلازما الدم .

والثانية الثالثة: يتم نقل (92%) من ثاني اوكسيد الكربون عن طريق كريات الدم الحمراء (27%) اذ يتحد مع الهيموكلوبين مكونا مركب كاربوكسي هيموكلوبين (HbCO2) والجزء الأكبر(65%) يتحد مع الماء المكون لكريه الدم الحمراء ليكون حامض الكربونيك (H2CO3) في كريات الدم الحمراء والذي يتأين الى أيون الهيدروجين وأيونات البيكربونات ليعمل كمحلول منظم للدم (Buffer solution).

يتأين أنزيم الكربونيك هيدروجينز

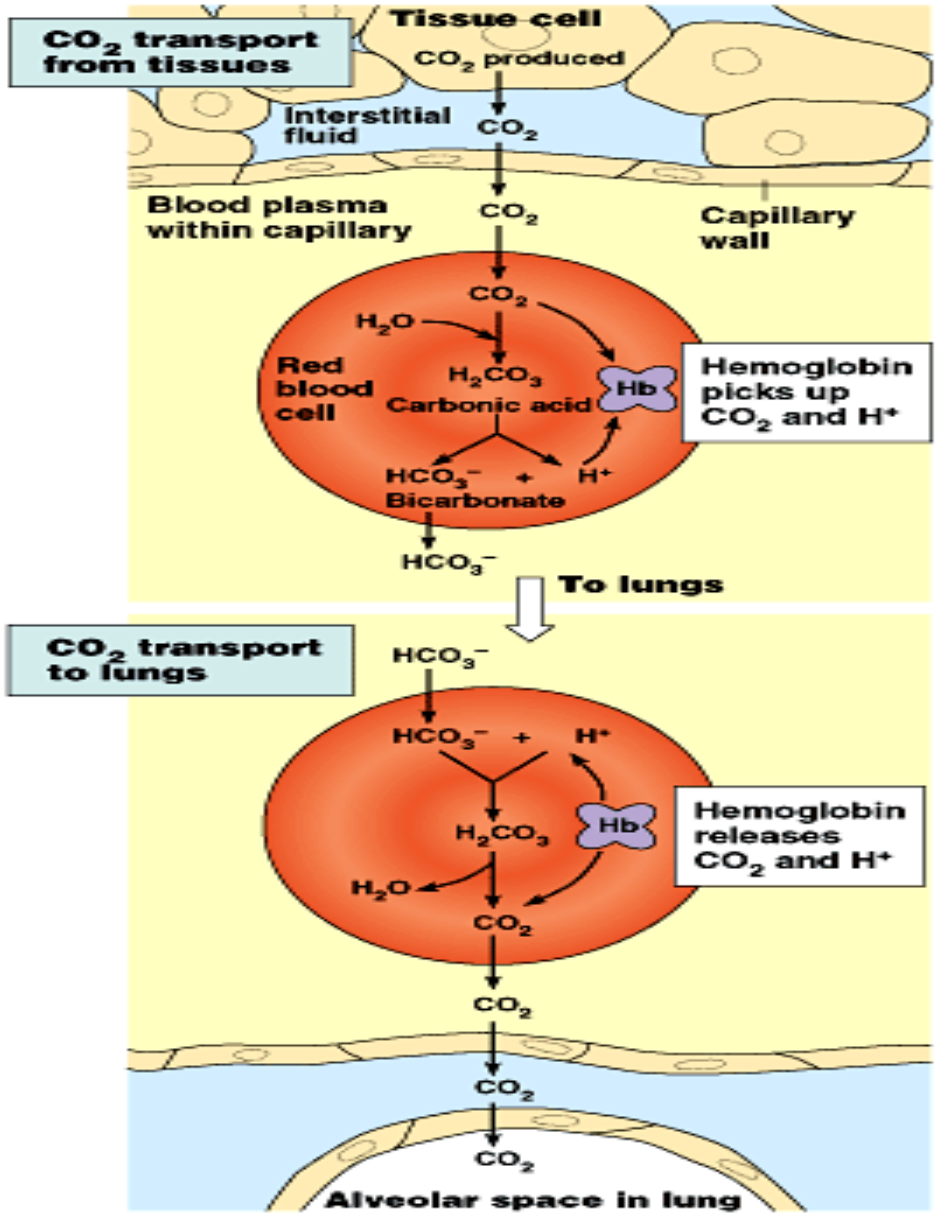
$$CO2 + H2O \longrightarrow H2CO$$

$$3\ H2CO \qquad H^+ + HCO3$$

يعمل ايون الهيدروجين (H^+) كمحفز لتحرر الأوكسجين من الهيموكلوبين إلى الخلايا، بينما ايونات البيكربونات تتحد مع البوتاسيوم مكونه بيكربونات البوتاسيوم التي تنتشر من كريات الدم الحمراء الى البلازما، كما أن (CO2) في البلازما يتحد مع الصوديوم مكونا بكربونات الصوديوم، وعند وصول الدم الى الرئتين يحدث العكس حيث يزيد الضغط الجزيئي

للأوكسجين مما يتسبب في أحلال ثاني اوكسيد الكربون المتحد مع الهيموكلوبين بالأوكسجين أما جزيئات البيكربونات فتتحلل وتطلق ثاني اوكسيد الكربون الذي يذوب في البلازما ومن ثم ينتشر في اتجاه الحويصلات الهوائية حسب الفارق في الضغط الجزيئي لهذه الغازات داخل الحويصلات الهوائية .

Transport of CO_2 in Blood : انتقال ثاني اكسيد الكربون في الدم

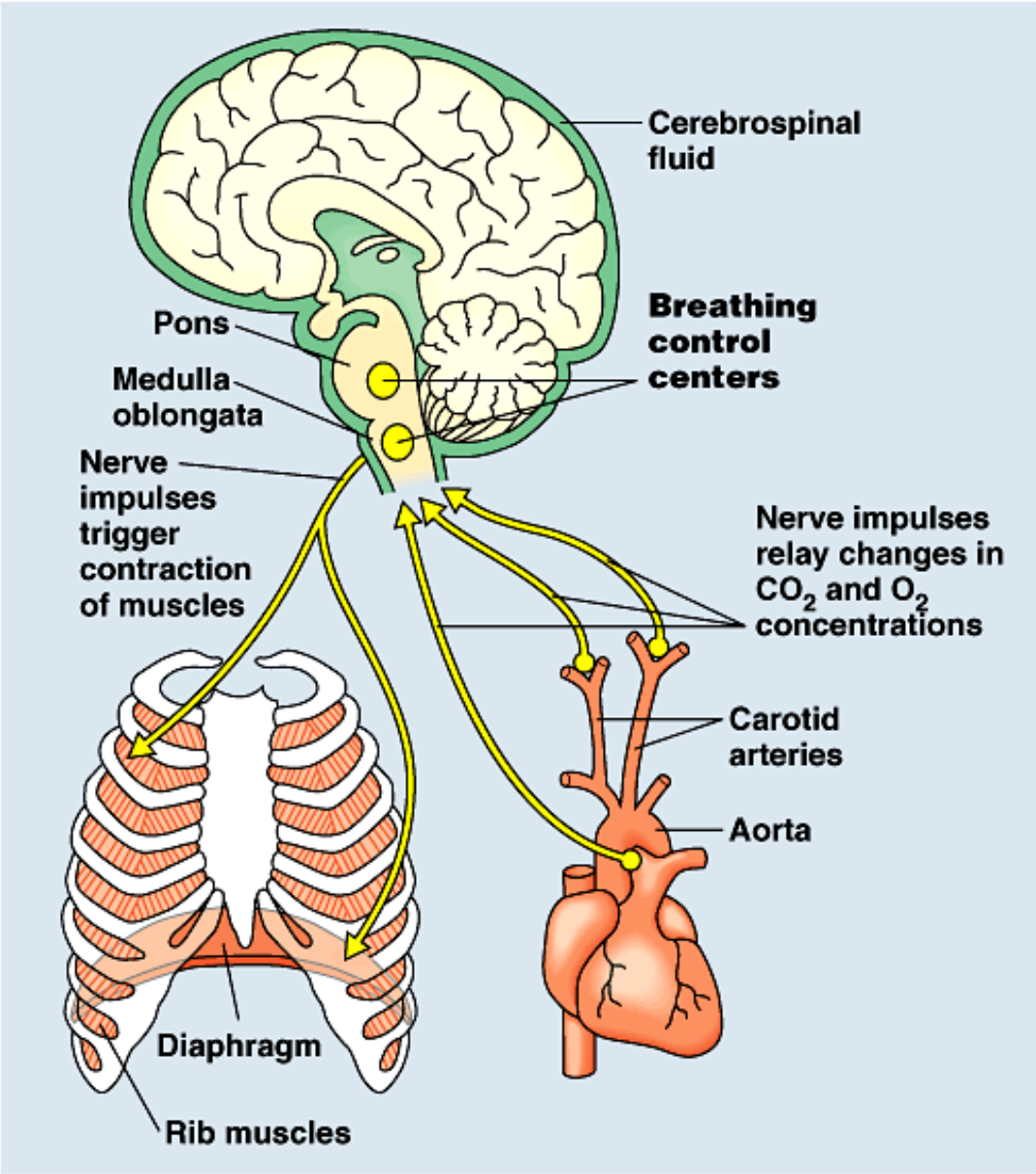


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

آلية التحكم في عملية التنفس:Control of respiration

التحكم في عملية التنفس يحصل لا إراديا وكالتالي:

يوجد في النخاع المستطيل (Medulla oblongata) للمخ مركز للتحكم في عملية التنفس (Breathing control center) والذي يتلقي أشارات من أعصاب حسية حول الشريان التاجي (او ألسباتي) والأبهر والتي تنبئ عن تركيز الأوكسجين وثاني اوكسيد الكربون الخارج من القلب وتركيز حامض الكربونيك في الدم، وبناءً على هذه الإشارات العصبية فإن مركز التحكم في التنفس في المخ يرسل أشارات الى عضلات الضلوع لكي تنقبض أو تنبسط بواسطة خلايا عصبية حركية ذاتية.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

عوامل التحكم في معدل التنفس Respiration Rate RR

هناك عدة عوامل تتحكم في سرعة معدل التنفس في الكائنات الحية:

1- كثافة عمليات الأيض او التمثيل الغذائي (Metabolism) داخل الخلايا كلما زادت زاد نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الدم مما يزيد من معدل التنفس للتخلص من ثاني اوكسيد الكربون بالدم .

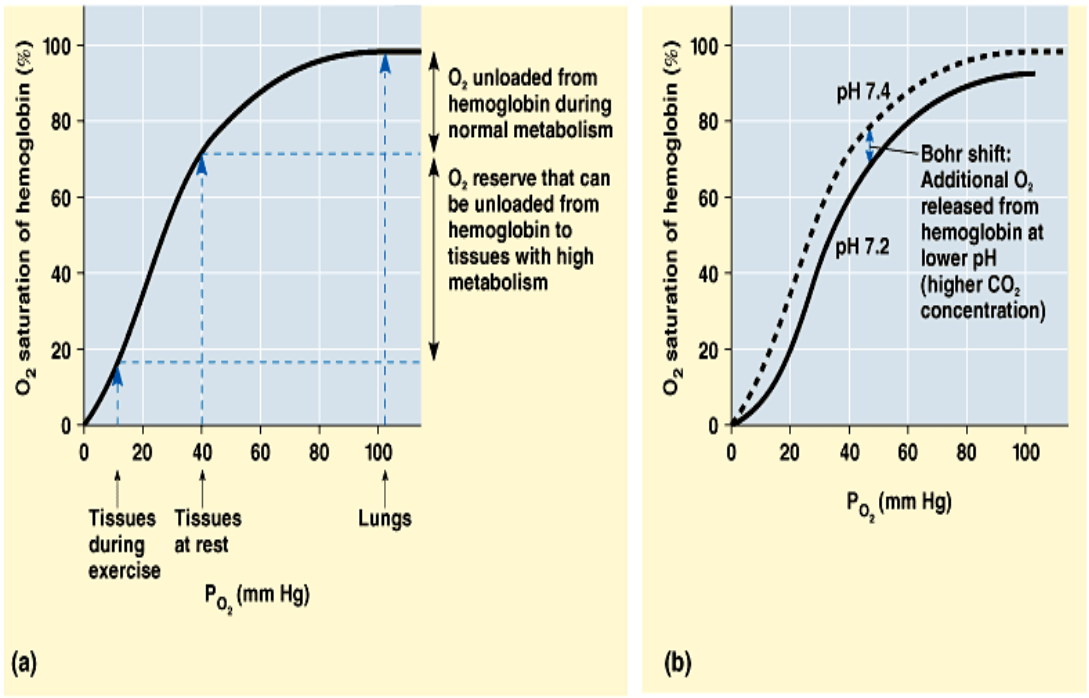
2- المجهود العضلي أو الحركي كلما زاد أزداد معدل التنفس.

3- الحالة الإنتاجية للكائن فالكائنات عالية الإنتاج أو كمية الأيض أو التمثيل الغذائي فيها عالي يزداد معدل التنفس فيها.

4- عمر الكائن الحي فالكائنات صغيرة السن أو الأطفال حديثي الولادة أعلى من الكائنات البالغة وذلك بسبب زيادة معدل النمو والتكاثر الخلوي في الصغار عن الكبار.

5- عوامل بيئية خارجية كالحرارة والرطوبة النسبية في الجو والضغط الجوي أيضا تلعب دورا في زيادة أو خفض معدل التنفس للكائنات الحية.

تغير الأس الهيدروجيني للدم (pH) نتيجة لتغير الحامضية في الدم مما يزيد من معدل التنفس.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

الأحجام والسعات الرئوية (التنفسية). وتشتمل على:

1- الأحجام الرئوية التنفسية.lung volumes

وتشتمل أحجام التنفس على أربعة أنواع ولا يمكن ان تتفرع منها أنواع ثانوية أخرى كما هو الحال للسعات التنفسية وهي كالأتي:

أ- حجم هواء التنفس العادي(TV) Total volume .

هو عبارة عن حجم الهواء الذي يدخل ويخرج من الفم والأنف مع كل عملية تنفس طبيعية (الشهيق والزفير) ففي حالة الراحة تقدر بين 350مل- 500 مل وقد تزيد بشكل واضح مع التأثيرات الخارجية على الجسم مثل المجهود البدني بحيث تصل الى 1600 مل في الذكور والى 1400مل في الإناث.

ب- حجم احتياطي الشهيق The inspiratory reserve volume (IRV) .

هو حجم الهواء الذي يدخل الى الرئتين أثناء أقصى شهيق والذي يبدأ مع نهاية عملية شهيق عادية، وتعتمد على قدرة العضلات التنفسية على التمدد وتبلغ حوالي 2.5 لتر.

ت- حجم احتياطي الزفير(ERV)The expiratory reserve volume .

هو حجم الهواء الذي يخرج من الرئتين أثناء أقصى زفير والذي يبدأ مع نهاية عملية زفير عادية ويمكن تقديرها بطرح السعة الوظيفية المتبقية من حجم الهواء المتبقي وتبلغ حوالي 1.5 لتر.

ث- حجم الهواء المتبقي Residual volume (RV) .

هو عبارة عن حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد أقصى عملية زفير وتقدر بحوالي 1.5 لتر ويمكن أن تزيد بشكل كبير في بعض الأمراض مثل الانتفاخ الرئوي بسبب تلف الحويصلات الهوائية.

2- **السعات الرئوية(التنفسية)Lung capacities** .

تنقسم الى أربعة أنواع ويتفرع منها أنواع ثانوية أخرى وتشتمل على:

أ- **السعة الوظيفية المتبقية The functional residual capacity (FRC)** .

عبارة عن حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد نهاية عملية زفير عادية وتقدر بحوالي 3 لترات ويمكن الحصول عليها من المعادلة التالية:

السعة الوظيفية المتبقية= حجم الهواء المتبقي + حجم احتياطي الزفير.

ب- **السعة الشهيقية(IC)The inspiratory capacity** .

حجم الهواء الذي يدخل الى الرئتين أثناء أقصى شهيق والذي يبدأ مع نهاية عملية الزفير العادية وهي تبلغ حوالي 3 لترات وتتكون من

السعه الشهيقية = حجم هواء التنفس العادي + حجم احتياطي الشهيق

ت- **السعة الكلية للرئتين(TLC)The total lung capacity** .

عبارة عن حجم الهواء في الرئتين بعد أقصى عملية شهيق تتكون جميع أحجام التنفس وكالاتي:

السعة الكلية للرئتين= حجم هواء التنفس العادي + حجم الهواء المتبقي + حجم احتياطي الزفير + حجم احتياطي الشهيق.

وتبلغ في الشخص الصحي الاعتيادي البالغ والذي يزن 70 كغم حوالي 6 لترات.

ث- **السعة الحيوية (vc) The vital capacity** .

عبارة عن حجم الهواء الخارج من الرئتين بعد أقصى عملية زفير بحيث تبدأ بعد اخذ أقصى شهيق وتبلغ حوالي 4.5 لتر، وبهذا فهي تتكون أيضا من:

السعة الحيوية = السعة الكلية – حجم الهواء المتبقي.

ويمكن ان تتكون من:

السعة الحيوية = حجم هواء التنفس العادي + حجم احتياطي الزفير + حجم احتياطي الشهيق.

معدل التنفس في بعض الكائنات الحية

نوع الكائن الحي	معدل التنفس مرة في الدقيقة
الإنسان	**18-16 مرة / الدقيقة**
الأبقار	**28-12 مرة /د**
الجاموس	**30-10**
الجمل	**20-5**
الأغنام	**20-12**
الماعز	**18-10**
الأرنب	**140-100**

Good luck

DR.KASE CHIAD

علم الفسيولوجي

الفسيولوجي العام

الفسيولوجي physiology أو علم وظائف الأعضاء يعتبر علما متكاملاً يهتم بدراسة وظائف الجسم على مختلف المستويات بداية من الجزء والخلايا حتى مستوى الأعضاء والأجهزة الى مستوى الجسم ككل، وهو ينقسم الى عده أقسام:

@ فسيولوجيا الفيروسات

@ فسيولوجيا الخلايا

@ فسيولوجيا النبات

@ فسيولوجيا الإنسان

ويعد فسيولوجيا الإنسان من أهم الموضوعات في علم الفسيولوجي لما لها من تطبيقات عملية في مجال العمل والرياضة والتغذية والمسنين وغيرها.ومما يجب الإشارة إليه الى أن كل العلوم هي لخدمة العملية التدريبية بغية الوصول بالرياضي الى أعلى المستويات لتحقيق الأرقام القياسية، وهذه العلوم مكملة الواحدة للأخرى، فالتشريح هو دراسة تركيب الجسم أو مورفولوجي (شكل الجسم) ونتعلم من خلال علم التشريح التركيب الأساس لمختلف أعضاء الجسم وعلاقتها التبادلية، بينما علم الفسيولوجي هو دراسة وظيفة الجسم ونحن نتعلم من خلال الفسيولوجي كيف تعمل أجهزة الجسم والأنسجة والخلايا وكيف تتكامل وظائفها لتنظيم البيئة الداخلية للجسم، وبما أن علم الفسيولوجي هو دراسة وظائف تركيبات الجسم فلا يمكن بسهولة دراسة الفسيولوجي بدون فهم التشريح.

فسيولوجيا التدريب Exercise physiology

هو دراسة كيف يؤدي التدريب الى أحداث تغيرات بنائية ووظيفية في الجسم البشري وكيف تتغير وظائف وتركيبات الجسم تحت تأثير التدريب لمرة واحدة أو الاستمرار في التدريب لمرات عدة ويطلق على هذه المتغيرات الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة مصطلح الاستجابات Responses بينما يطلق على التغيرات الناتجة عن أداء التدريب لمرات عدة التكيفات Adaptations وهذه الدراسة يمكن أن تكون على مستوى الجسم ككل أو على أجهزة الجسم أو اعضاءة أو على مستوى الجزيئات والخلايا وهذا بدورة يتطلب فهما للتشريح والأجهزة الوظيفية والكيمياء الحيوية وبيولوجيا الجزيئات.

فسيولوجيا الرياضة Sport physiology

هو نوع من فسيولوجيا التدريب يهتم بالتطبيقات العملية للمعلومات التي يمكن الحصول عليها من فسيولوجيا التدريب بهدف تدريب الرياضي وتطوير الأداء وأمثلة ذلك حينما نعلم من خلال فسيولوجيا التدريب معلومات تفيد بأن الطاقة مصدرها الغذاء وان الكاربوهيدرات هامة لأداء الأنشطة الرياضية، وحينما نستفيد من هذه المعلومات من خلال فسيولوجيا الرياضة فأن هذا يعني كيف نتمكن من زيادة مخزون الكاربوهيدرات (التحميل الكاربوهيدراتي) وكيف نقتصد في معدل الاستهلاك من خلال التعويض أثناء الأداء وتحسين النظم الغذائية للرياضي للوقاية من خطورة استنفاذ مخزون الكاربوهيدرات كما أن فسيولوجيا التدريب توضع لنا سلسلة التغيرات المصاحبة لحالة التدريب الزائد بينما تساعدنا فسيولوجيا الرياضة في تصميم وتقويم برامج التدريب بشكل يقلل من التعرض لخطورة التدريب الزائد.

أهمية علم الفسيولوجيا في المجال الرياضي.

1- الوقاية الصحية للرياضيين والممارسين.
2- الاقتصاد في بذل الجهد والوقت والمال في التدريب والممارسة.
3- التعرف على نوعية التغيرات الفسيولوجية المرتبطة بالتدريب.
4- تقنين الأحمال التدريبية وتوزيعها على مدار الخطة التدريبية.
5- استخدام الاختبارات الفسيولوجية كأساس للتشخيص والمتابعة.
6- الانتقاء والتوجيه للرياضي تبعاً للخصائص الفسيولوجية التي يتميز بها.

الخلية

النظرية الخلوية Cell Theory

1- الخلية هي وحدة بناء الكائن الحي من حيث التركيب، فعدد الخلايا:
   - واحد كما في الأوليات.
   - عديدة كما في الكائنات عديدة الخلايا.

2- الخلية هي وحدة بناء الكائن الحي من حيث الوظيفة، فجميع التفاعلات الكيميائية الحيوية للكائن الحي تتم في الخلية.

3- تنشأ كل خلية من خلية أخرى بالانقسام.

4- تحتوي الخلية على المعلومات الوراثية التي تورث من جيل إلى جيل.

التركيب الأساسي للخلايا:

1- غشاء الخلية Cell membrane

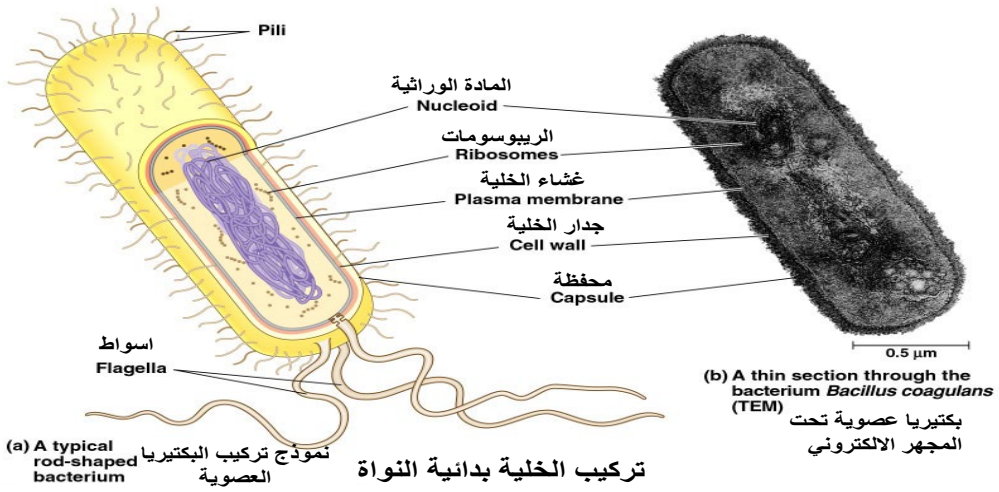
2- المادة الوراثية DNA و تتكون من الحمض النووي الديوكسي رايبوزي.

3- السايتوبلازم Cytoplasm و يشتمل على العضيات Organelles

أنواع الخلايا الرئيسية:

1- الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes

2- الخلايا بدائية النواة Prokaryotes



تركيب الخلايا بدائية النواة Prokaryotes

تركيب الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes:

تشترك بـ:

1- يحيطها غشاء خارجي، و تحتوي على سيتوبلازم و نواة.

2- تحتوي على نفس الإنزيمات.

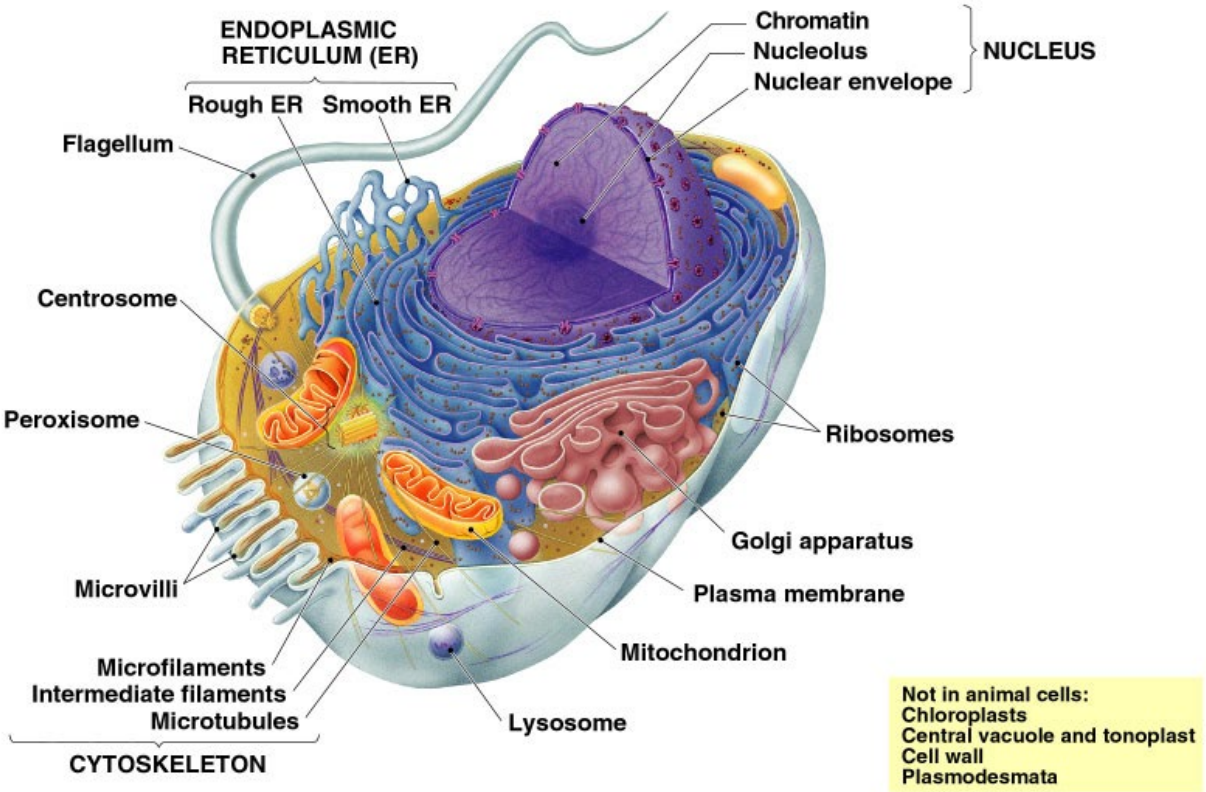
3- تحتوي على نفس النوع من المادة الوراثية DNA

و تختلف من حيث :

1- الوظائف

2- العضيات organelles المتخصصة التي تقوم بتلك الوظائف.

يوجد في جسم الإنسان أكثر من 200 نوع من الخلايا مثل الخلايا العصبية و العضلية و الدموية.... الخ.



الخليه الحيوانيه

النواة: Nucleus

- عادة كروية الشكل، كبيرة الحجم
- يحيطها غلاف نووي مكون من طبقتين من الاغشية يفصلهما مسافة : nuclear envelope 20-40 نانومتر.

يندمج الغشاءان في اماكن عديدة لتكوين ثقوب nuclear pores

- المادة الوراثية DNA توجد على هيئة خيوط و مرتبطة ببروتينات خاصة لتكون الكروموسومات chromosomes او الكروماتين chromatin
- النوية nucleolus او اثنتان، كروية، و هي مكان تكوين الريبوسومات.

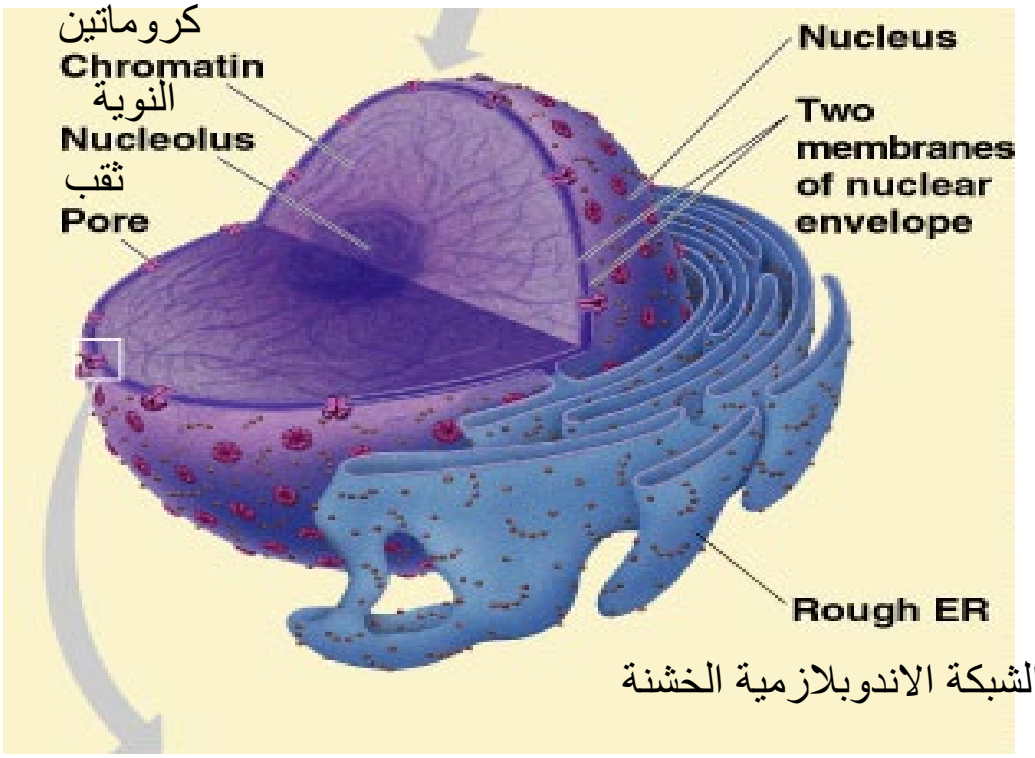
وظائف النواة:

1- احتواء المادة الوراثية و توارثها من خلية الى اخرى بواسطة الانقسام.
2- تنظيم نشاط الخلية

السيتوبلازم: Cytoplasm

يتكون من:

1- الماء
2- جزيئات عضوية وغير عضوية.
3- العديد من العضيات (الشبكة الاندوبلازمية، الميتوكوندريا، جهاز جولجي و غيرها)



الغلاف النووي المكون من غشائين

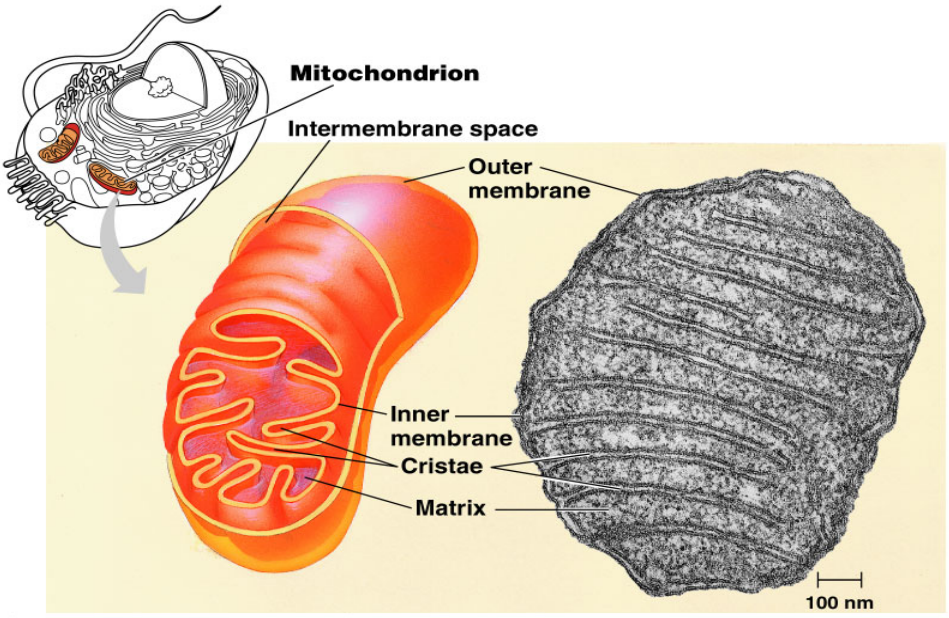
الشبكة الاندوبلازمية الخشنة

الميتوكندريا Mitochondria:

- تعتبر من بين اكبر عضيات الخلية حجما، وهي أكياس غشائية شكلها كروي أو بيضاوي أو اسطواني.
- هي المكان التي تتكون فيه الوحدات الأساسية التي تحتوي على الطاقة وهي جزيئات ATP.
- كلما زادت حاجة الخلية إلى الطاقة كلما زاد عدد الميتوكوندريا وحجمها.
- تحتوي الميتوكوندريا على DNA خاص بها في شكل جزئ حلقي (مثل ذلك الموجود في البكتريا)، وهي قادرة على الانقسام الذاتي.
- تتكون الميتوكوندريا من غشاءين خارجي وداخلي يفصلهما حيز بين غشائي ويحيطان بسائل:

- الغشاء الخارجي أملس ويسمح بمرور معظم الجزيئات ذات الحجم الصغير في الخلية.
- الغشاء الداخلي يتثنى داخل تجويف الميتوكندريون مكونا بروزات أو حواجز جزئية تسمى الأعراف cristae، ويسمح بمرور مواد محددة فقط (حمض البيروفيك وADP وATP).

- يملا تجويف الميتوكندريون سائل كثيف يسمى matrix، يحتوي على بعض الأنزيمات التي تشارك في العمليات الكيميائية في دورة كريس والتنفس الخلوي.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

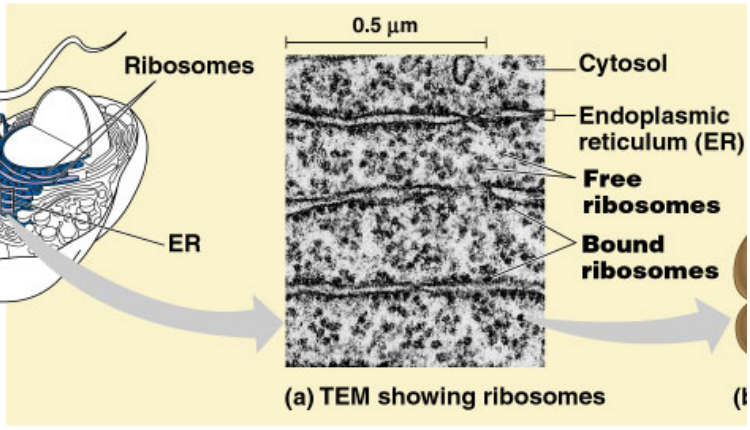
الريبوسومات: Ribosomes

تتكون من الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي rRNA و بروتين وهي من أكثر العضيات عددا في الخلية و تتكون الريبوسومة الواحدة من وحدتين أحداهما كبيرة و الأخرى صغيرة و لا تتحد إلا عند تخليق الببتيدات العديدة (البروتينات).

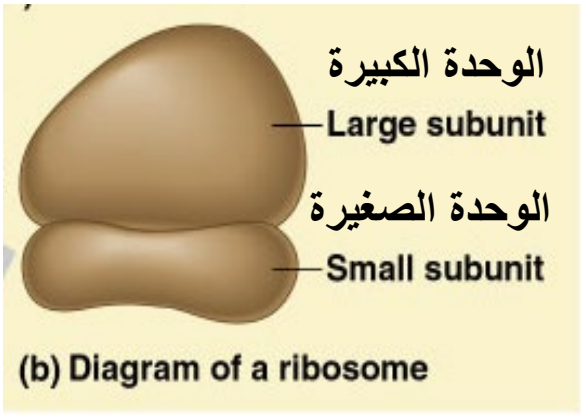
- توجد بأعداد كبيرة في الخلايا التي تخلق البروتينات لأنها المكان الوحيد الذي يتم فيه تخليق سلاسل الببتيدات العديدة polypeptides من الأحماض النووية amino acids ويختلف توزيعها في الخلية تبعا لنوع البروتين المخلق في الخلية:

* في الخلايا التي تصنع البروتين لاستخدامه داخل الخلية نفسها (مثل الخلايا الجنينية و خلايا الدم الحمراء غير الناضجة): تنتشر الريبوسومات في السيتوبلازم غير ملتصقة بأغشية.

* في الخلايا التي تصنع البروتين لإفرازه خارج الخلية (مثل الخلايا المصنعة للكولاجين والإنزيمات والهرمونات): تلتصق الريبوسومات بالشبكة الاندوبلازمية فتسمى بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough endoplasmic reticulum



الريبوسومات تحت المجهر الالكتروني



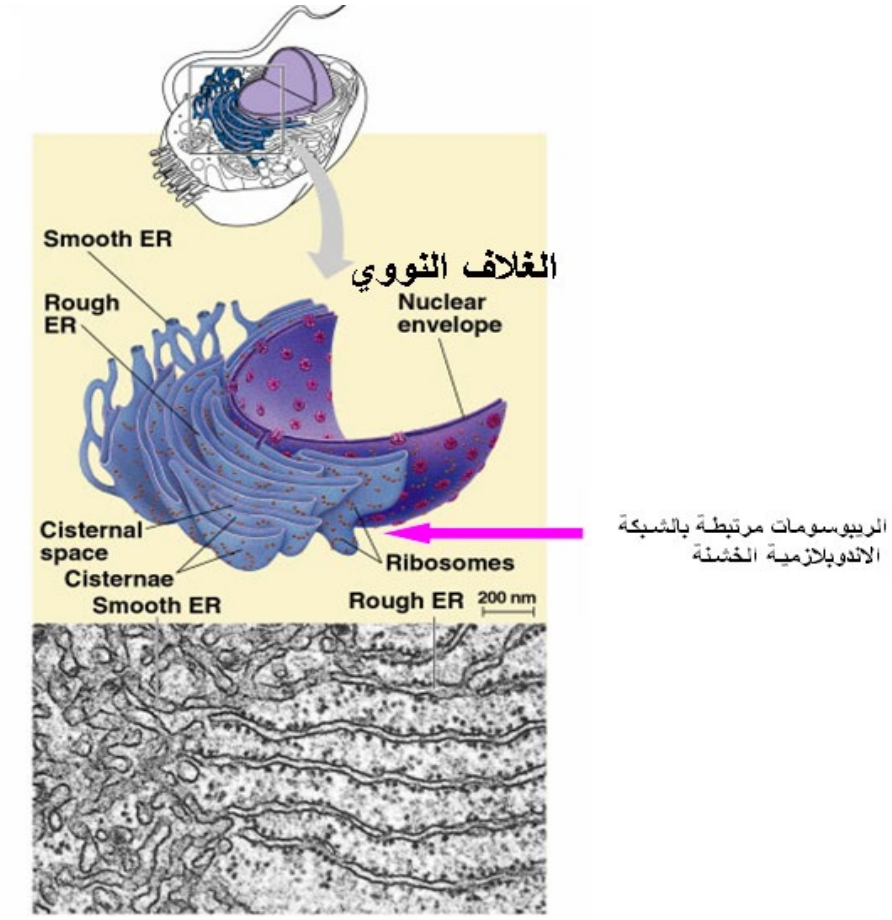
تركيب الريبوسومة

الشبكة الاندوبلازمية :Endoplasmic reticulum

- تتكون من أكياس مفلطحة أنبوبية تسمى الفراغات داخلها بالصهاريج Cisternae
- جدرانها غشائية، تتشابك داخل الخلية و يزيد حجمها بازدياد نشاط الخلية.
- قد تكون ملساء أو خشنة.

أ- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough endoplasmic reticulum

- تتكون من صهاريج يلتصق بها أعداد كبيرة من الريبوسومات.
- تتصل أغشيتها بالغشاء الخارجي لغلاف النواة.
- يكون حجمها كبيرا في الخلايا التي تصنع البروتين المعد للإفراز خارج الخلية.



الشبكة الاندوبلازميةEndoplasmic reticulum

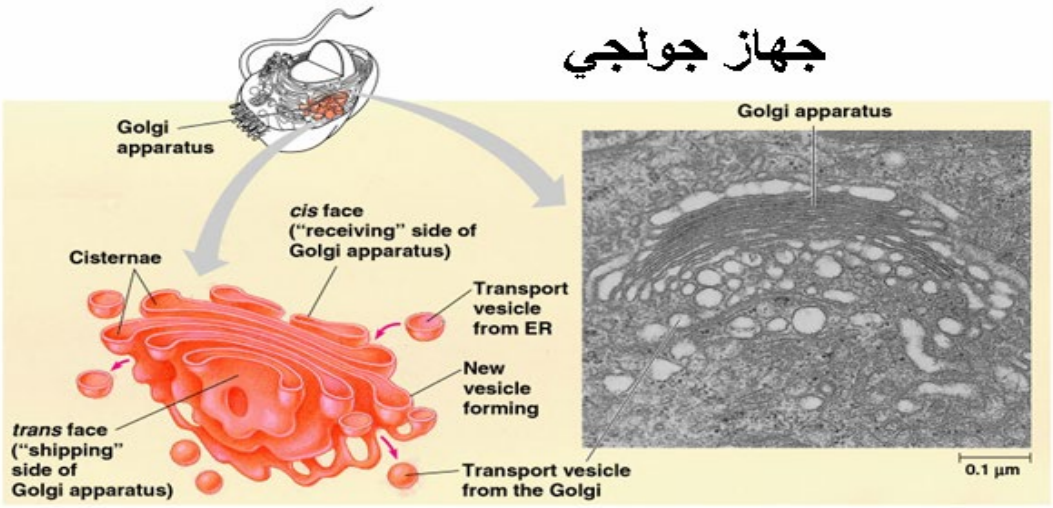
ب- الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth endoplasmic reticulum

- تتكون من أنابيب و قنوات متشابكة و لا يلتصق بها ريبوسومات.
- يكون حجمها كبيرا في أنواع الخلايا الآتية:
  * الخلايا التي تخلق البروتينات لاستعمالها الخاص مثل الخلايا الجنينية.
  * الخلايا التي تخلق الدهون، كخلايا الغدد التي تفرز الهرمونات الستيرويدية.

* خلايا الكبد التي تقوم بتحطيم المواد السامة للتخلص منها.
* خلايا الكبد التي تقوم بتحطيم الجليكوجين المخزون إلى جلوكوز.

جهاز جولجي:Golgi complex

- يتكون من أكياس مفلطحة جدرها غشائية، وتتراص فوق بعضها في طبقات عديدة، ويحيط بها حويصلات صغيرة.
- يوجد في معظم الخلايا الحيوانية بأعداد تصل إلى 20 في كل خلية.
- يستقبل هذا الجهاز الحويصلات القادمة من الشبكة الاندوبلازمية.
- يتم في هذا الجهاز إضافة بعض المركبات الكربوهيدراتية للدهون ولبعض البروتينات.
- يتم تجميع هذه المركبات في حويصلات خاصة تنفصل من الجهاز عند أطراف الأكياس.
- توزع الحويصلات إلى أجزاء أخرى من الخلية، أو إلى سطح الخلية لإفراز محتوياتها خارج الخلية.
- تتكون في الجهاز أيضا حويصلات خاصة تندمج مع بعض العضيات الغشائية أو مع غشاء الخلية ليزيد من مساحته.



الحويصلات Vesicles:

- تشبه الفجوات ولكنها صغيرة جدا، وتوجد في الخلايا ذات النشاط الايضي الكبير.
- ذات أنواع عديدة تختلف من حيث حجمها ومحتوياتها ووظيفتها.

وظائف الحويصلات هي:

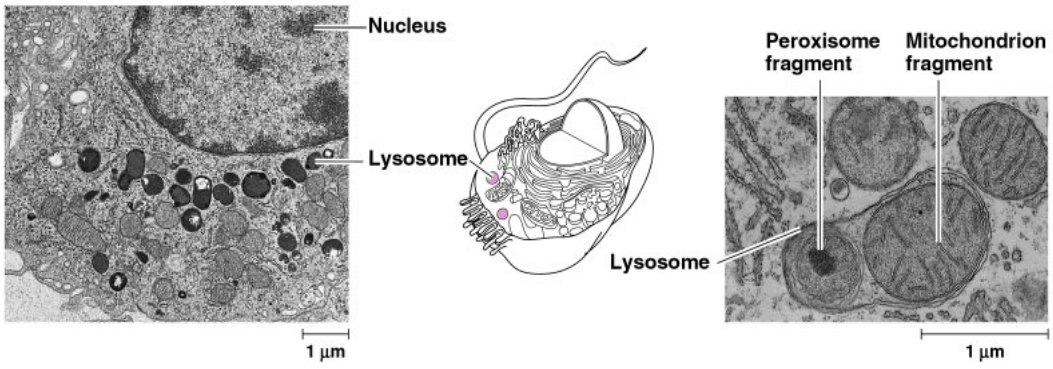
- احتواء مواد معينة داخلها.
- نقل المواد المختلفة داخل الخلية لاستكمال إعداد محتوياتها.
- نقل المواد لكي تفرز خارج الخلية.

الحويصلات التي تحتوي أنزيمات محللة:

- تشمل هذه الحويصلات نوعين رئيسين هما الليزوسومات lysosomes والبروكسيسومات Peroxisomes:

أ- الليزوسومات Lysosomes:

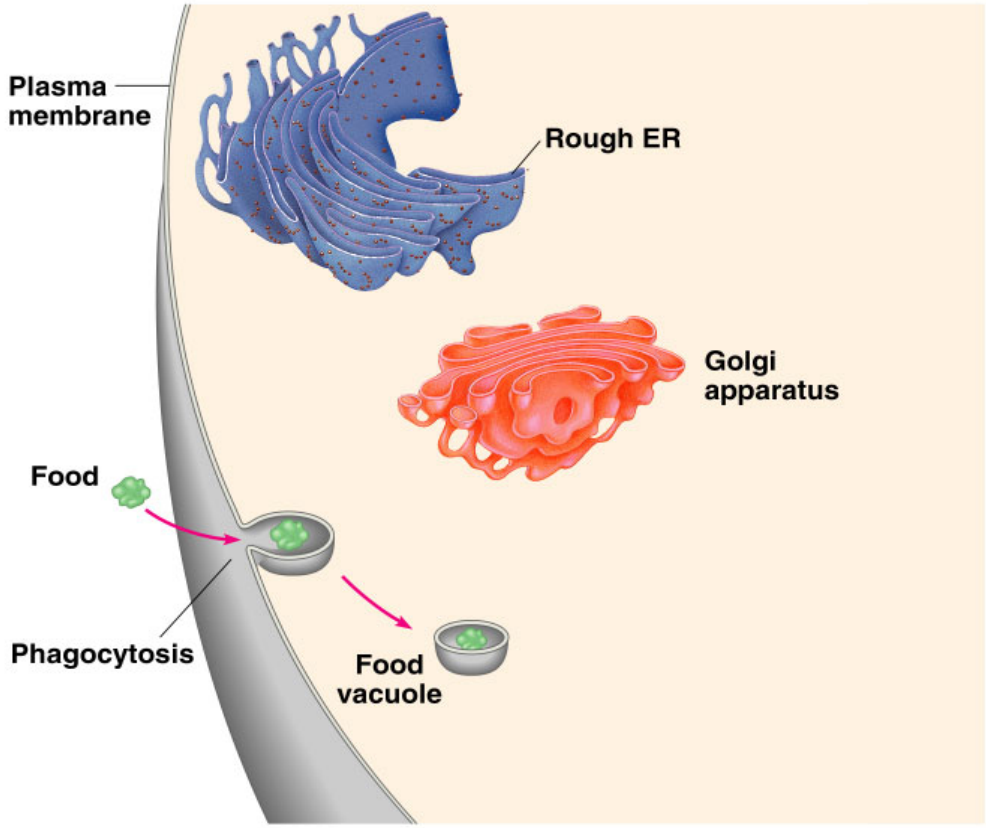
- هي حويصلات دقيقة تتكون في جهاز جولجي، تحتوي أنزيمات محللة للمواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية.
- تندمج هذه الحويصلات مع الفجوات الغذائية التي تتكون في بعض الاوليات أو خلايا الدم البيضاء لتقوم الأنزيمات المحللة بتحطيم محتويات الفجوة وهضمها.
- بعد ذلك تنتشر نواتج الهضم من الفجوة إلى السيتوبلازم لتستعملها الخلية لبناء مكونات جديدة أو في إنتاج الطاقة اللازمة لها.



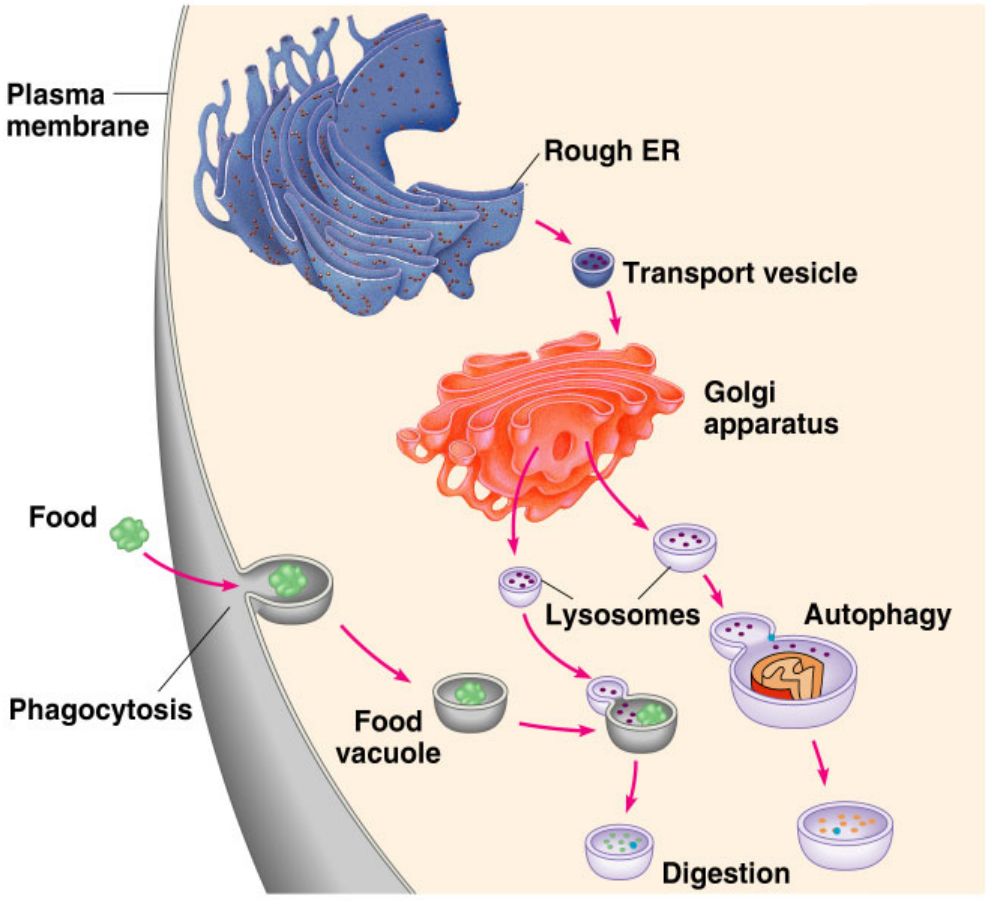
(a) Lysosomes in a white blood cell

(b) A lysosome in action

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



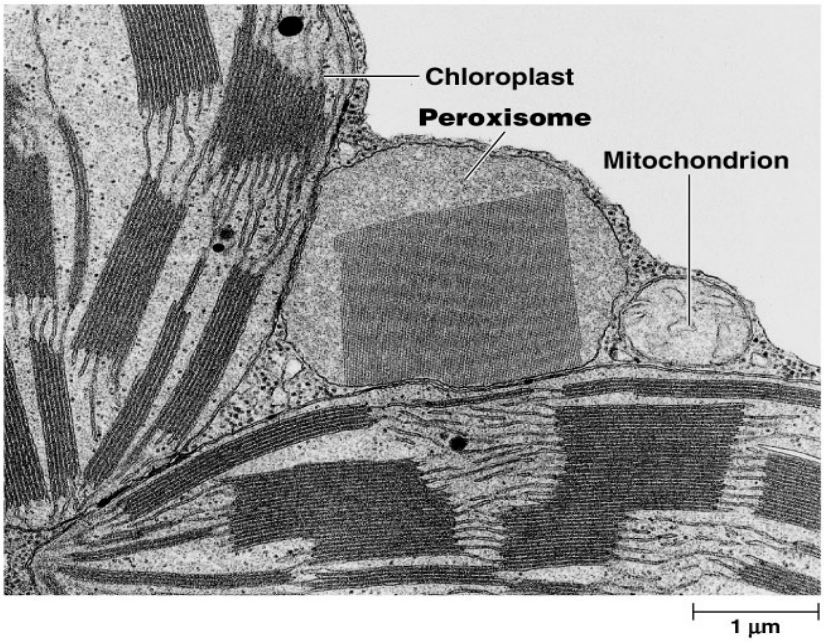
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

ب- البروكسيسومات Peroxisomes:

- **تحتوي هذه الحويصلات على أنزيمات تحطم المركبات العضوية التي تنتج فوق أكسيد الهيدروجين عند تحللها، ثم تحلل هذا المركب السام إلى ماء وأكسجين.**



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

القلـــــــــب Heart

يبلغ حجم قلب الإنسان بحجم قبضة اليد، طوله 12 سم عرضة 9 سم سمكة 6 سم ووزنه 225-325 غم وتصل دقاته الى 75 نبضه /دقيقة، ويصل الى (100000) مرة في اليوم ويضخ خلالها 7000 لتر من الدم في اليوم الى أوعية وشعيرات دموية يصل طولها مجتمعه الى ما يقارب 60,000 ميل، ويقع القلب في الجهة اليسرى بين الرئتين، ويحاط بغشاء مزدوج يعرف بالتامور (Pericardium) الذي يسمح للقلب بالحركة الحرة أثناء انقباضه وانبساطه ويملئ السائل التاموري التجويف التاموري الذي يمنع احتكاك القلب بالغشاء التاموري.

ويعتبر القلب مضخة مزوجة فهو يستقبل في الجزء الأيسر منه الدم المؤكسد من الرئتين ويضخه الى الشرايين الى باقي أجزاء الجسم، بينما الجزء الأيمن منه يستلم الدم المحمل بثاني اوكسيد الكربون من خلايا الجسم ويضخه الى الرئتين.

صمامات القلب

يقسم القلب الى اربع تجاويف (حجرات) هما الأذينان (Atria) والبطينان (Ventricles) ويفصل بين الأذينين الغشاء الفاصل بين الأذينين(inter atrial septum) وبين البطينين الغشاء الفاصل بين البطينين (Intreventricular septum) وجدار الأذينين ارفع من البطينين.

توجد الصمامات الأذينية البطينية (Atrioventricular Valves) الصمام بين كل من الأذين والبطين الأيمن له ثلاث شرفات (Tricuspid valve) اما بين الأذين الأيسر والبطين الايسر فله شرفتان او صفيحتان (Bicuspid) تصل بين أطراف الشرفات أوتار حبليه، تعمل هذه الصمامات لتوجيه سريان الدم بين حجرات القلب ومنع عودة الدم من البطين الى الأذين .

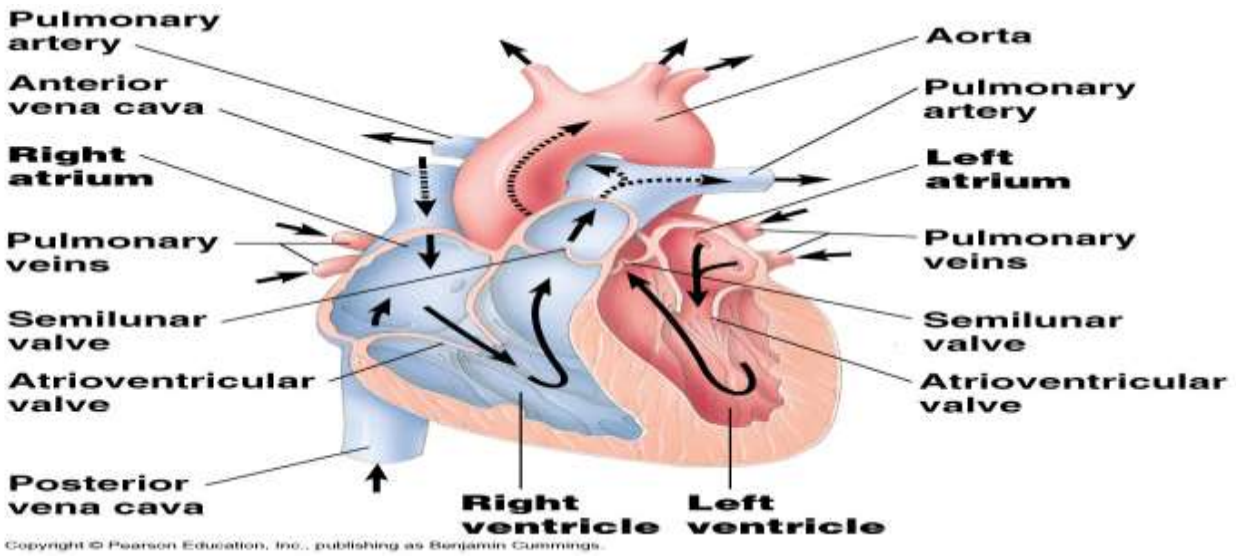
كما توجد صمامات بين القلب والأوعية الدموية المتصلة به كالصمامات شبه الهلالية (Semilunar valves) الواقعة في بداية الابهر (Aorta) يقع بين البطين الأيسر والأبهر، وصمام الشريان الرئوي يقع بينه وبين البطين الأيمن والتي تمنع رجوع الدم عكس اتجاهه.

الدورة الدموية داخل القلب

يستلم الأذين الأيمن الدم من جميع أجزاء الجسم ما عدى الرئة عن طريق ثلاثة أوردة جوفاء رئيسية هي: الوريد الأجوف العلوي (Superior vena cava) والذي يجلب الدم من الأجزاء العليا او الأمامية للجسم والوريد الأجوف السفلي (Inferior vena cava) والذي يجلب الدم من أجزاء الجسم الخلفية ثم الجيب التاجي (Coronary sinus) والذي يجلب الدم من الأوعية التي تغذي عضلات القلب.

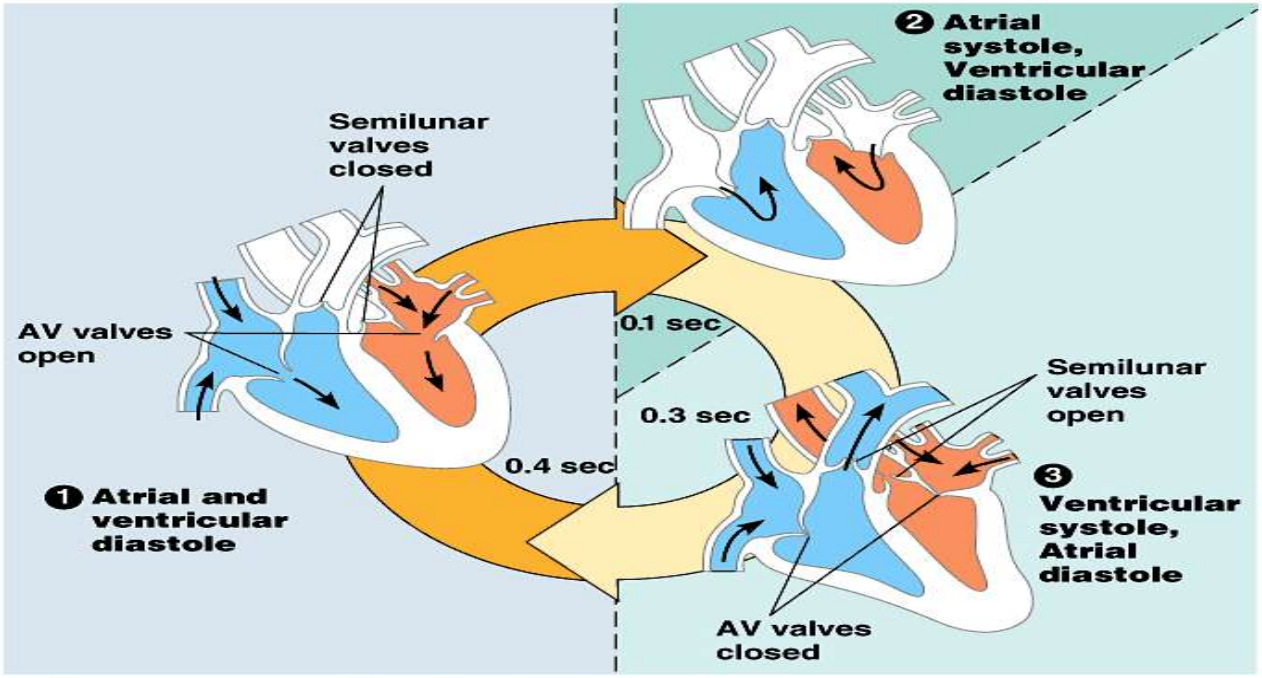
عندما يمتلئ الأذين الأيمن بالدم يندفع الى البطين الأيمن(أسفل منه) والذي ينقبض ليدفع بالدم الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي (Pulmonary trunk) والذي يتفرع بدورة الى فرعين هما الشريان الرئوي الأيمن والأيسر (Right and left pulmonary arteries)، ثم يرجع الدم من الرئتين عن طريق أربعة أورده رئوية تصب في الأذين الأيسر من القلب والذي عند امتلائه ينقبض ليدفع الدم الى البطين الأيسر أسفل منه، وعندما يمتلئ البطين الأيسر بالدم فإنه يدفع بالدم الى الجسم عن طريق الابهر الرئيسي (Ascending aorta)

ينقسم الابهر الرئيسي الى الشرايين التاجية (Coronary arteries) والقوس الأبهري (Aortic arch) والأبهر الصدري (Thoracic aorta) والأبهر البطني (Abdominal aorta) ليمد أعضاء الجسم بما فيها القلب بالدم ما عدى الرئتين.



زمن الدورة القلبية.

ان معدل ضربات القلب (Heart Rate) في الإنسان حوالي (75) نبضة /دقيقة هذا يعنى ان كل نبضه تستغرق (60 ثا ÷75 ض)= 0.8 ثانية، خلال العشر الأول من الثانية (0.1) ينقبض الأذينان وينبسط البطينان حيث تنفتح الصمامات الأذينية البطينية وتنغلق الصمامات شبه الهلالية، ثم خلال (0.3) ثانية التالية ينبسط الأذينان وينقبض البطينان وتنفتح الصمامات شبه الهلالية، اما الزمن المتبقي من دورة القلب والبالغة (0.4 ثانية) تعرف بفترة الارتخاء لجميع حجرات القلب في دور الانبساط، ومن ذلك فإن الأذينان ينقبضان لمدة (0.1) ثانية وينبسطان (0.7) ثانية اما البطينان فينقبضان (0.3) ثانية وينبسطان (0.5) ثانية لكل ضربة قلب، وصوت نبضات القلب يصدر نتيجة لانغلاق الصمامات بين الأذينين والبطينين الصوت الانقباضي (Lubb) (Systolic Sound)، اما الصوت الثاني فهو الصوت الانبساطي للصمامات شبه هلالية (Dupp) (Diastolic)، ثم فترة فاصلة بين الاثنين فترة توقف (Pause) ويمكن معرفه التلف في الصمامات القلبية من هذه الأصوات خلال السماعة الطبية.

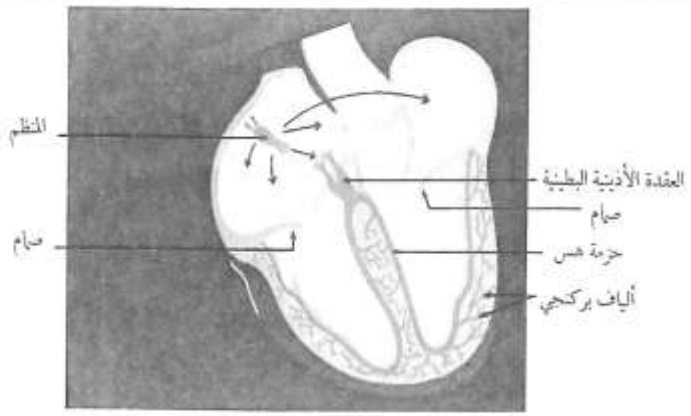


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

مصدر نبض القلب والتحكم به

تمتاز قلوب الفقاريات ومعظم اللافقاريات بالنبض الذاتي وتدعي بالقلوب العضلية (Myogenic hearts) لأنها لا تحتاج الى تحفيز عصبي في انقباضها وانما تنقبض ذاتيا.

أن نظام النبض في قلب الإنسان يعمل من خلال أنسجة عضلية متخصصة تتولد فيها تحفيزات كهربائية تعمل على تحفيز ألياف العضلات القلبية وتجعلها تنقبض وتعرف هذه المنطقة بالعقدة الجيبية الأذينية (Sinoatrial SA node) التي توجد في جدار الأذين الأيمن عند منطقة اتصال الوريد الأجوف العلوي الأيمن، والعقدة الأذينية البطينية (Atrioventricular AV node) والحزمة الأذينية البطينية حزمة هس (Atrioventricular node or bundle of his) وتتفرع هذه الحزمة الى فرعين وكل فرع يتشعب إلى عدد كبير من الألياف التي تمتد في جدار البطينين وتعرف بألياف بركنجي (purkinje fibers)



الشكل رقم (٥, ٥). قطاع طولي في القلب يبين مكان وجود المنظم والعقد الأذينية البطينية وحزمة هس وألياف بركنجي.

تنشأ موجات الانقباض من عند العقدة الجيبية الأذينية [**لذا تعرف بصانعة النبض او المنظم الخطى (Pace maker)**] ثم تنتشر الى ان تلتقطها العقدة الأذينية ألبطينيه، والتي توجد داخل جدار الأذين الأيمن بالقرب من الحاجز الذي يفصل بين الأذينين، ثم ينتقل الانقباض الى حزمة هس (بين البطينين) ثم الى باقي جدار البطينين عن طريق ألياف بركنجي مما يجعل البطينين ينقبضان معا لدفع الدم خارج القلب.

التنظيم الهرموني العصبي لضربات القلب:

تنبه تفرعات الجهاز الباراسمبثاوي اللاإرادي والمغذية للقلب الى تقليل ضربات القلب لكي تعمل في الحالات الاعتيادية للقلب حيث تحفز على إفراز النورادرنالين من الغدد فوق الكلوية وبالتالي تقليل معدل ضربات القلب، غير ان تفرعات الجهاز العصبي السمبثاوي بنفس الوقت تزيد من ضربات القلب ويكون ذلك في الحالات غير الاعتيادية كالجري أو الخوف، حيث تفرز نهايات الخلايا العصبية هرمون الأدرينالين.

العوامل التي تؤثر على نبضات القلب.

1- **درجة حرارة الجسم**: حيث يتأثر مركز تنظيم درجة حرارة الجسم الموجود في المهاد بالمخ (Hypothalamus الهايبوثلامس) الذي يحس بالتغيرات الطفيفة لدرجة حرارة الدم فيرسل أشارات الى المركز الحركي الوعائي (Vasomotor center) في النخاع المستطيل ليزيد أو يقلل من دوران الدم.

2- التنفس: يتأثر المركز الحركي الوعائي بتغير كمية الأكسجين وثاني أوكسيد الكاربون في الدم فارتفاع ثاني أوكسيد الكربون يزيد من توتر الشرايين وبالتالي ارتفاع الضغط.

3- الحالة النفسية: يقل نبض القلب عند الحزن او الكأبه النفسية ويزداد عند الفرح والخوف والغضب ويزداد مع النشاط الحركي او الرياضي.

4- الهورمونات: من الغدة الكظرية او جاركلويه هرموني الأدرينالين والنورادرينالين

5- العقاقير الطبية: عقار الأتروبين (Atropine) يزد نبض القلب، النيكوتين : (Nicotine) يسبب في البداية انخفاضا في معدل النبض ثم يتبعه زيادة المعدل.

6- العمر والجنس: النبض عند النساء أكثر من الرجال والطفل أكثر من البالغ (120ض/د)

7- حجم الجسم: ففي الفأر 300-500 ض/د، وفي الفيل 28 ض /د، وفي الأرنب 220 ض /د. وفي طائر الكناري 1000 ض/د.

ضغط الدم في الشرايين Arterial blood pressure

- يقصد بضغط الدم القوة التي يوجهها الدم على جدران الأوعية الدموية نتيجة لانقباض البطين، ويقاس الضغط بالمليمترات من الزئبق.
- أما من الناحية الطبية فيقصد به الضغط داخل الشرايين الجهازية فقط
- يقاس الضغط في الإنسان عادة عن طريق الشريان العضدي (Brachial artery) ويتم ذلك بجهاز قياس الضغط الدم الدموي الشرياني ومعدل الضغط المناسب للإنسان السليم 80/120 الأول (120) يمثل الضغط الانقباضي (Systolic pressure) والثاني (80) يمثل الضغط الانبساطي (Diastolic pressure).

الناتج القلبي.

كمية الدم او حجم الدم الذي يدفعه البطين او القلب في الدقيقة الواحدة وتقاس باللتر او المليلتر ويبلغ حجم الناتج القلبي عند الإنسان الاعتيادي وقت الراحة بحدود الراحة (5) لتر او (5000) مليلتر ويزداد حجم الناتج القلبي خلال الجهد البدني وذلك لزيادة حاجة العضلات الى الدم المزود بالأوكسجين ويصل حجم الدم عند غير الرياضيين الى (5) لتر بينما قد يصل عند الرياضيين في حالة الجهد الى (36-40) لتر.

ومما يجب الإشارة إلية إلى ان الناتج القلبي يعتمد على عاملين هما:

1- **حجم الضربة**: التي تعرف بأنها كمية الدم التي يدفعها القلب في كل ضربة من ضرباته وتقدر 70 سم^3 من الدم عند الإنسان الاعتيادي وقت الراحة.

2- **معدل ضربات القلب**: عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة حيث تبلغ عند الانسان الاعتيادي (70-72) ضربة بالدقيقة وقت الراحة.

اذن الناتج القلبي= حجم الضربة x عدد ضربات القلب في الدقيقة

خلال الراحة = 70سم^3 x 72

=5040 مللتر

يقوم الجسم بتدوير الدم البالغ (5) ليتر خلال الدقيقة الواحدة منذ خروج الكرية الحمراء من البطين الأيسر لتمر عبر الشرايين والشعيرات الدموية الى الأنسجة ثم العودة الى الاذين الايمن عبر الأوردة ثم الى البطين الايمن ثم الى الرئتين عبر الشريان الرئوي ليعود بعدها الى الاذين الايسر عبر الأوردة الرئوية ثم الى البطين الايسر كل هذا يحدث خلال وقت الراحة غير ان مايحدث اثناء الجهد يختلف عما هو علية اثناء الراحة حيث نلاحظ اثناء الجهد (التمرين) زيادة عدد ضربات القلب او زيادة حجم الضربة ويختلف الرياضي عن غير الرياضي حيث تكون الزيادة بالنسبة لغير الرياضي على حساب عدد ضربات القلب اثناء الجهد البدني يصاحبها ثبات في حجم الضربة اذ قد يصل عدد ضربات القلب من (180-200) ض/د وهذا يدل على ان كمية الدم (الناتج القلبي) تعتمد على عدد ضربات القلب لسد النقص الحاصل في حجم الضربة.

مثال/ حجم الضربة عند شخص غير رياضي 70سم^3 يمارس جهد بدني ويصل بضربات القلب الى 200 ض/د ما هو الناتج القلبي.

حجم الناتج القلبي= 70 x200

= 14000 مللتر/د

اما عند غير الرياضي فيكون الاعتماد على حجم الضربة وعدد ضربات القلب حيث تكون الزيادة على حساب الاثنين وحسب نوع الجهد البدني.

مثال/ رياضي يمارس تمارين بدنية عنيفة تصل بعدد ضربات القلب الى 180ض/د وحجم ضربة 190سم^3 في الضربة الواحدة.

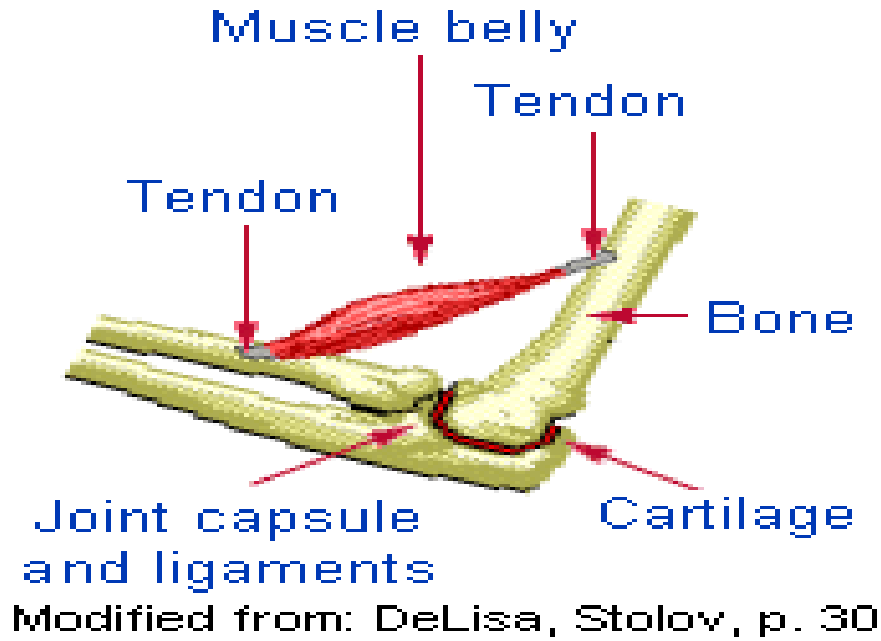
حجم الناتج القلبي= 180 x 190

= 34200 مللتر/د

وهذا يعني ان الدم يدور في الجسم بما يقارب 5-6 مرة بالدقيقة الواحدة بعدما كان يدور مرة واحدة بمعدل 5 لتر /د

الجهاز العضلي

عبارة عن نسيج يؤدي انقباضه وانبساطه الى انجاز وظيفة حركية في الجسم، ويحتوي الجسم البشري على 630 عضلة تقوم بحركات قوية او بسيطة تلعب العضلات دورا هاما في حياتنا فهي تنتج الحرارة الداخلية, وتحرك الطعام خلال الجهاز الهضمي, وتضخ الهواء في الرئة ونستطيع بواسطة العضلات وحركة العظام أن نتحرك ونجري ونتكلم وترتبط هذه الألياف العضلية بعضها مع بعض **بنسيج ضام**، وتتصل نهايات العضلات الهيكلية بالعظام بواسطة نسيج ضام قوي ومرن يسمى وتراً.



Modified from: DeLisa, Stolov, p. 30

وتتعلق إحدى نهايات العضلة بعظمة تكون ساكنة عندما تنقبض العضلة وتسمى هذه النهاية المنشأ، وتسمى النهاية الأخرى المدغم، ان انقباض العضلة المرتبطة بين عظمتين والتي تمر عبر مفصل واحد يؤدي الى اقتراب العظمتين واحدة للاخرى كما ان انقباض العضلة المرتبطة بين مجموعة عظام وتمر عبر اكثر من مفصل واحد يؤدي الى اقتراب العظام المختلفة من بعض.

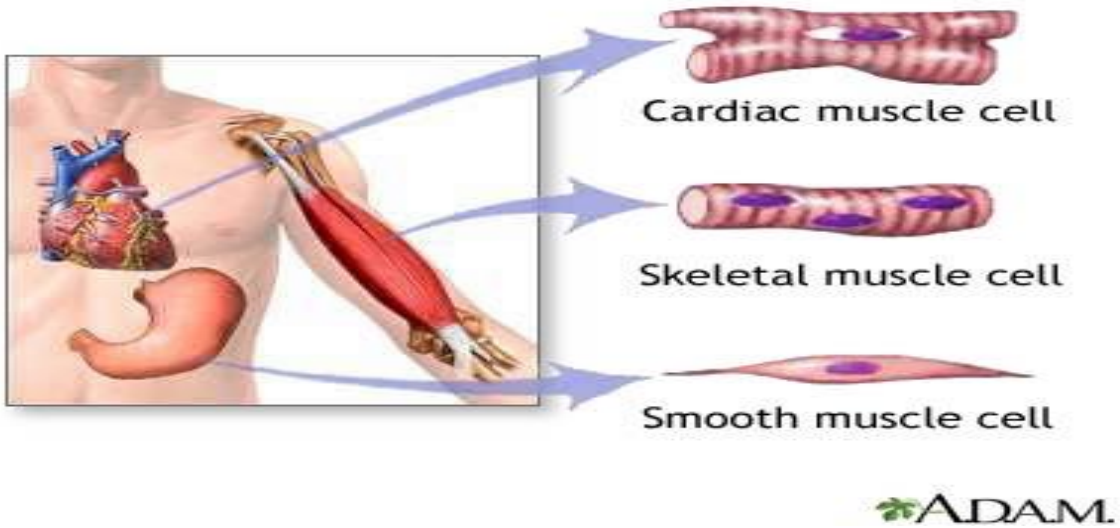
من اين اخذت كلمة العضلة

وكلمة عضلة مأخوذة من اللاتينية (Musculus) ومعناها الفأر الصغير وذلك لأن بعض حركات العضلات يذكرنا بحركات الفأر السريعة وتشكل العضلات 40 % من وزن الجسم وتتكون هذه

العضلات من (75 % ماء و21% بروتين و2% كلايكوجين و1% مركبات عضوية و1% مركبات غير عضوية) ويحتوي الجسم البشري على

أنواع مختلفة من العضلات منها:

- العضلات الهيكلية.
- العضلات الملساء.
- عضلة القلب .



1- العضلات المخططة الإرادية (skeletal muscle) : هي العضلات التي يمكن أن نتحكم فيها والتي يمكن أن تؤدي الوظيفة المعينة التي تطلبها وتريدها مثال : عضلات القدم واليد ومئات العضلات في أنحاء الجسم وهذه العضلات مرتبطة بالهيكل العظمي ومسؤولة عن حركة العظام وتسمى أيضا عضلات الهيكل العظمي وتسمى العضلات الإرادية أيضا بالعضلات المخططة لأنها تتركب من ألياف تظهر على شكل خطوط تحت المجهر.

2- العضلات الملساء أو اللاإردية (smooth muscle) : وهي العضلات التي لا يمكن أن نتحكم فيها وتقوم بانقباضات بطيئة لا إرادية، وتتواجد العضلات الملساء في الأعضاء الداخلية مثل المعدة, الأوعية الدموية وكيس المثانة ويتحكم جهاز الأعصاب الذاتي بعمل العضلات الملساء اللاإردية.

3- عضلات القلب(cardiac muscle) : عضلة مميزة يوجد بها مميزات تشبه العضلات المخططة الإرادية من حيث الشكل ولكنها تتشابة مع العضلات الملساء بكونها عضلات لاارادية اذ يوجد نظام مستقل في عضلة القلب تعمل به.

انواع واشكال الانقباض العضلى:

1- الانقباض المركزى:

هو احد انواع الانقباض الايزوتونى وفية تنقبض العضلة بتقصير طول الالياف فى اتجاه مركزها وينتج عن هذا الانقباض تحريك المفاصل.

2- الانقباض اللامركزى:

وفية تنقبض العضلة على عكس الانقباض السابق اى فى عكس اتجاه مركزها وهى تطول وبذلك تؤدى حركة ايقاف لدفع المقاومة مثلما يحدث عند مقاومة ثقل الجسم بواسطة العضلات المثبتة للذراعين فى حركة النزول من الشد على العضلة او كما يحدث عند مقاومة عضلات الرجلين لثقل الجسم اثناء ثنى الركبتين.

3- الانقباض المشابة للحركة .

وهو انقباض عضلى يتم على المدى الكامل و بسرعة ثابتة وياخذ الشكل الطبيعى لاداء الحركات الفنية التخصصية مثل حركات الشد فى السباحة او التجديف.

4- الانقباض البليو متر ك:

وهو عبارة عن انقباض متحرك غير انة يتكون من عمليتين فى اتجاهين مختلفين حيث يبدا الانقباض بحدوث مطاطية سريعة للعضلة كاستجابة لتحميل متحرك مما يودى فى بداية الامر الى حدوث شد على العضلة مما ينبة اعضاء الحس فيها فتقوم بعمل رد فعل انعكاسي يحدث انقباضا عضليا سريعا يتم طريقة تلقائية ويحدث ذلك عند اداء الكثير من المهارات الرياضية كاداء حركة الوثب للأعلى التى يقوم بها لاعبو حائط الصد فى كرة الطائرة كما نجد ذلك متمثلا فى جميع حركات الارتقاء التى تسبق مهارات الوثب بانواعة المختلفة.

5- الانقباض الايزومترى:

وهو الانقباض العضلى الثابت الذى فية ينتج توتر بالعضلة الا انه لا يحدث تغير فى طولها ولا اى نوع من الحركة ويستخدم هذا النوع من الانقباض فى عمليات تثبيت الحركة كدفع جدار او الثبات فى وضع معين لحركات الجمباز او عند الشد على جهاز الديناومتر وكذلك عندما يقوم شخص بحركة شد اليدين بعضهما البعض

تركيب العضلة الهيكلية

العضلة هي **نسيج ليفيّ** يتميز بقابلية الانقباض والانبساط وتتكون العضلة الهيكلية من:

1- **الانسجة الضامة**. تقوم الانسجة الضامة بتغليف الالياف العضلية، وتحاط الليفة العضلية بغشاء يسمى ساركوليما وهو ليس من الانسجة الضامة.

2- **الحزم العضلية**. في داخل العضلة تتجمع كل مجموعة من الالياف العضلية لتشكل حزمة عضلية يغلفها نسيج ضام.

3- **الاوعية الدموية**. تنتشر الاوعية الدموية بالعضلة، حيث تتخذ الشرايين والاوردة مسارها موازية لليفة العضلية، وتتفرع الشرايين الى شعيرات دموية لتشكل شبكة حول الغلاف النسيجي الضام لتزويد الليفة العضلية بما تحتاجة من اوكسجين وبنفس الوقت تخليصها من المخلفات مثل ثاني اوكسيد الكاربون ومما يجب الاشارة الية بأن هذه الشعيرات **توجد في الفرد غير الرياضي بمتوسط 3- 4 شعيرة لكل ليفة عضلية سواء كان ذكرا ام انثى** بينما يزيد هذا العدد لدى **الرياضي والرياضية ليبلغ 5-7 لكل ليفة عضلية** وهذه الزيادة هي **من جراء التدريب الرياضي وتحديدا تدريبات التحمل.**

4- **الاعصاب**.ويشمل الامداد العصبي للعضلة كل من الالياف العصبية الحركية والحسية وعادة ماتدخل هذه الالياف العصبية العضلة متوازية مع طول الاوعية الدموية.

5- **الالياف العضلية**. تتكون العضلة من اعداد مختلفة من الالياف العضلية تبعا لحجمها اذ تصل من مئات الى الاف الالياف العضلية، وتتجمع الالياف العضلية في شكل حزم ويوجد بين هذه الحزم انسجة ضامة والياف مطاطة واعصاب واوعية دموية، ويتراوح طول الليفة الى مايقاب 35 سم وبقطر من 10-80 ميكروميتر وهي عديدة النويات ويطلق على غشاء الليفة العضلية ساركوليما وتحتوي على سيتوبلازما يسمى ساركوبلازم.

6- **الساركوبلازم**. ويحتوي على المايوكلوبين والدهون والكلايكوجين والفوسفوكرياتين وATP ومئات القطع العضلية التي تسمى الساركومير وهي الاساس المسؤول عن عملية الانقباض.

7- **المايتوكوندريا**.وتسمى بيوت الطاقة وهي اجسام صغيرة ذات غشاء مزدوج وتحتوي على كميات كبيرة من الانزيمات وخيوط DNA وتزداد اعدادها حسب طبيعة الليف العضلي حيث يزداد عددها بالليفة الاكثر استعدادا للتحمل مثل الالياف البطيئة (الحمراء) ويقل عددها في الالياف السريعة (البيضاء).

8- **الشبكة الساركوبلازمية**. وهي شبكة تحيط بكل محتويات الليفة العضلية وهي تقوم بتركيز وحجز ايونات الكالسيوم، حيث تتصل هذه الشبكة بسطح الليفة العضلية من خلال شبكة من القنوات الانبوبية لتقوم بنقل تغيرات فرق الجهد الكهربائي الحاصل على سطح الليفة العضلية عند الاتصال العصبي بسرعة الى داخل العضلة.

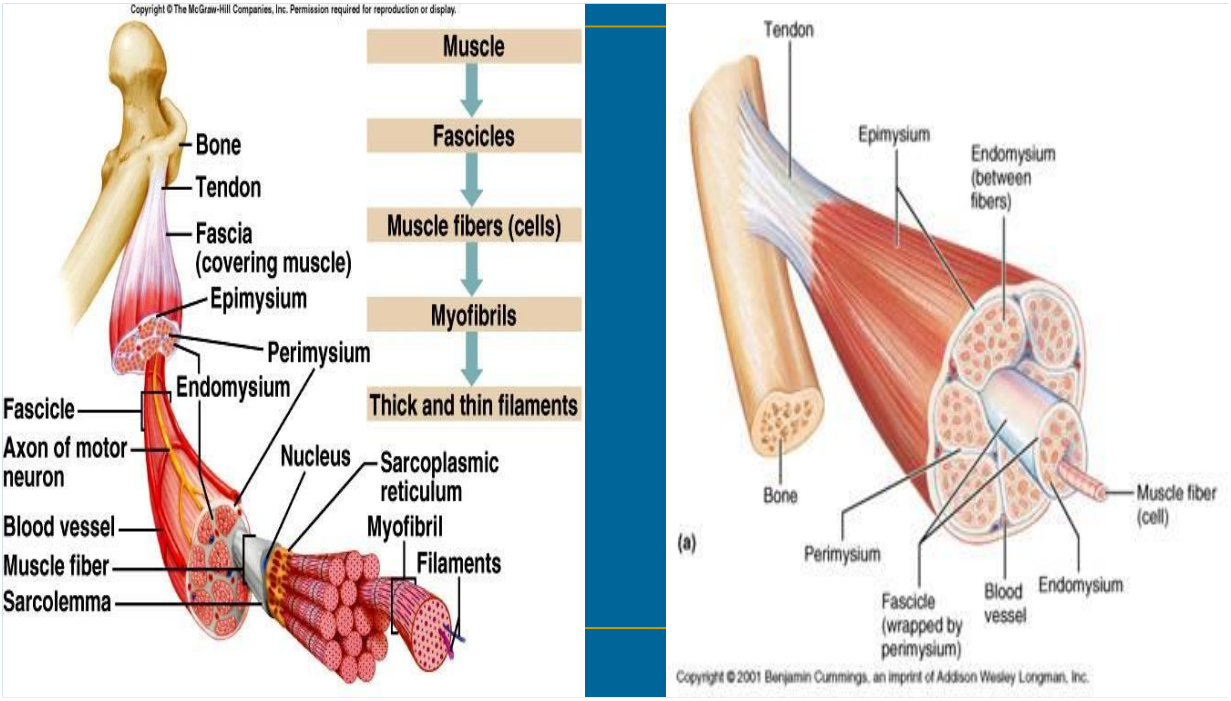
9- **اللويفة العضلية**. تحتوي كل ليفة عضلية على عدة مئات الى عدة الاف من اللويفات العضلية، وهي الجزء المسئول عن عملية الانقباض داخل الليفة العضلية وهي بدورها تتكون من وحدات انقباضية اصغر تسمى الساركوميرالذي يتكون بدورة من الفتيل الرفيع الاكتين والفتيل السميك المايوسين المرتبة مع بعضها جنبا الى جنب.

10- **فتائل المايوسين**.تشكل فتائل المايوسين ثلثي فتائل العضلة الهيكلية، ويتكون كل فتيل مايوسين من 200 جزي مايوسين والذي يتكون هو الاخر من جزءين من الحبال المجدولة معاً وتنتهي احدى نهايتي كل حبل بطية كروية تسمى راس المايوسين والتي تشكل مايسمى

بالجسور المستعرضة المسؤولة عن التشابك مع المواقع النشطة الخاصة على فتائل الاكتين ومما يجب الاشارة الية ايضا هو احتواء راس المايوسين على ATP .

11- **فتائل الاكتين**. وهو عبارة عن خيوط بروتينية رفيعة ويحتوي كل فتيل اكتين على موقع نشط يسمح براس المايوسين بالارتباط معه ويتكون كل فتيل اكتين من ثلاثة جزيئات بروتينية مختلفة هي:

- **الاكتين**. يشكل الجزء الاساسي للفتيل ويشكل جزي الاكتين شكلا كرويا وترتبط بعضها ببعض لتشكل خيوطا من جزيئات الاكتين التي يلتف كل اثنين منها مع بعضها.
- **التروبومايوسين**. وهي عبارة عن بروتينات تتخذ شكلا انبوبيا وتلتف حول خيوط الاكتين.
- **التربونين**. وهو بروتين اكثر تعقيدا يرتبط على مسافات منظمة على كل من خيوط الاكتين والتروبومايوسين ويعمل كل من التروبونين والتروبوماسين لتنظيم دور ايونات الكالسيوم في الانقباض والاتخاء العضلي.



البنية المجهرية للعضلة المخططة و الخواص الضوئية

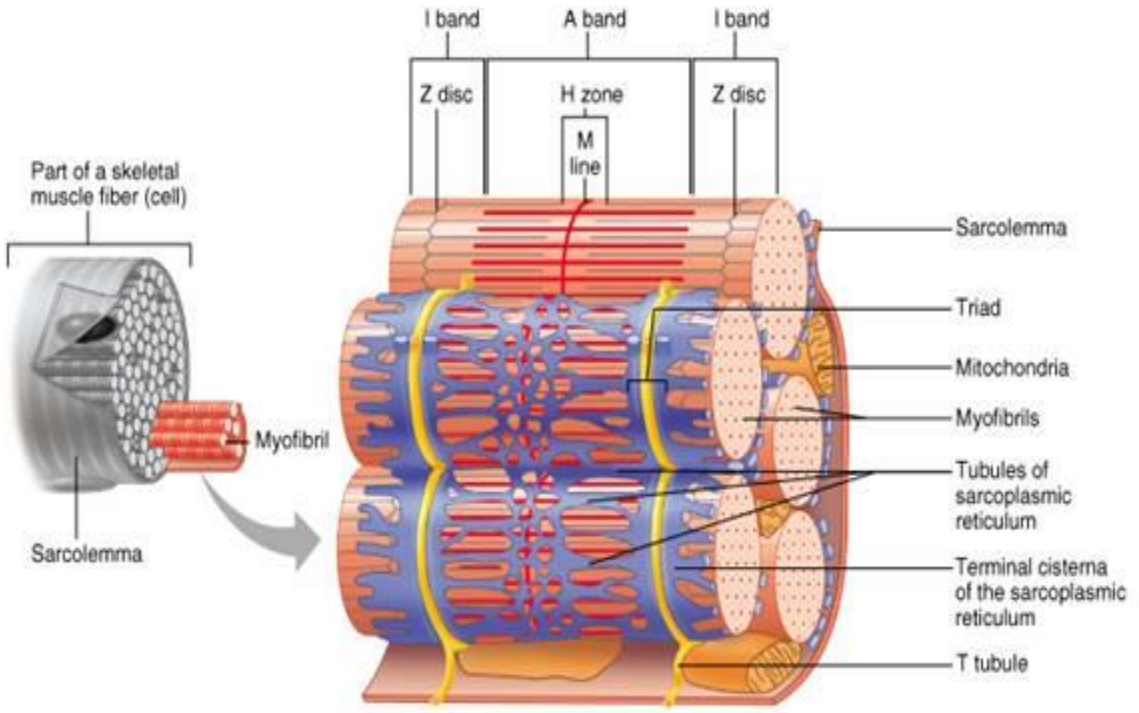
يوجد في الألياف العضلية عد كبير من الليفات العضلية التي تكون مخططة عرضياً والسبب في ذلك مايلي:

تناوب مواقع أقراص (شرائط) ذات كثافة ضوئية مختلفة على طولها هي : القرص I والقرص A حيث يكون القرص I نيّراً يتوسطه خط عاتم يدعى الغشاء Z أما القرص A فقاتم و يقع بين قرصين I نيرين مع وجود منطقة مركزية أقل عتمة من باقي القرص A تدعى المنطقة H تسمى المنطقة المحصورة بين غشائي Z القطعة العضلية، وهكذا نجد أن كل ليف عضلي يتكون من عدد من كبير من القطع العضلية المتكررة و المتواصلة طولياً ونميز في الليف العضلي نمطين من الخيوط العضلية البروتينية هما :

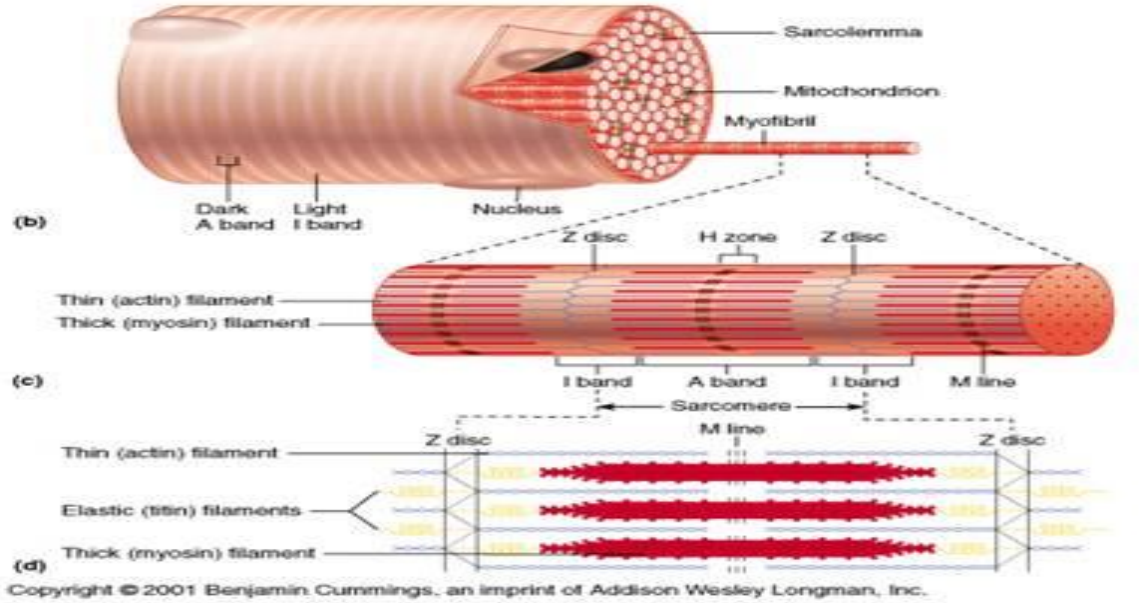
الأكتين (الخيوط الرفيعة) ومعه التروبونين والتربومايوسين .

المايوسين (الخيوط الثخينة) و يتكون المايوسين من جزيئات لها ذيل طويل و رأس كروي وتتصف منطقة الاتصال بين الرأس و الذيل بقابلية الانثناء مما يسمح بتوجيه رؤوس الجزيئات المايوسينية في توضعها نحو طرفي القطعة العضلية مشكلة جسور تماس مع الخيوط الأكتينية المجاورة لها وتتداخل خيوط الأكتين مع خيوط المايوسين فيما بينها بشكل جزئي مما يسبب وجود الأقراص النيّرة والعاتمة في الليف العضلي .

تحوي الأقراص النّيرة خيوط الأكتين فقط بينما تحوي الاقراص العاتمة خيوط المايوسين إضافة لنهايات خيوط الأكتين عند تشابكها مع المايوسين وتتصل نهايات خيوط الأكتين بالغشاء Z ومنه تمتد في كلا الاتجاهين لتتداخل مع خيوط المايوسين، ويعبر الغشاء Z من ليف عضلي إلى آخر رابطاً الليفات مع بعضها لذلك يحوي الليف العضلي بداخله أقراصاً عاتمة وأقراصاً نيّرة كما في الليف الواحد وهذه الأقراص تعطي العضلات الهيكلية مظهرها المخطط.



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

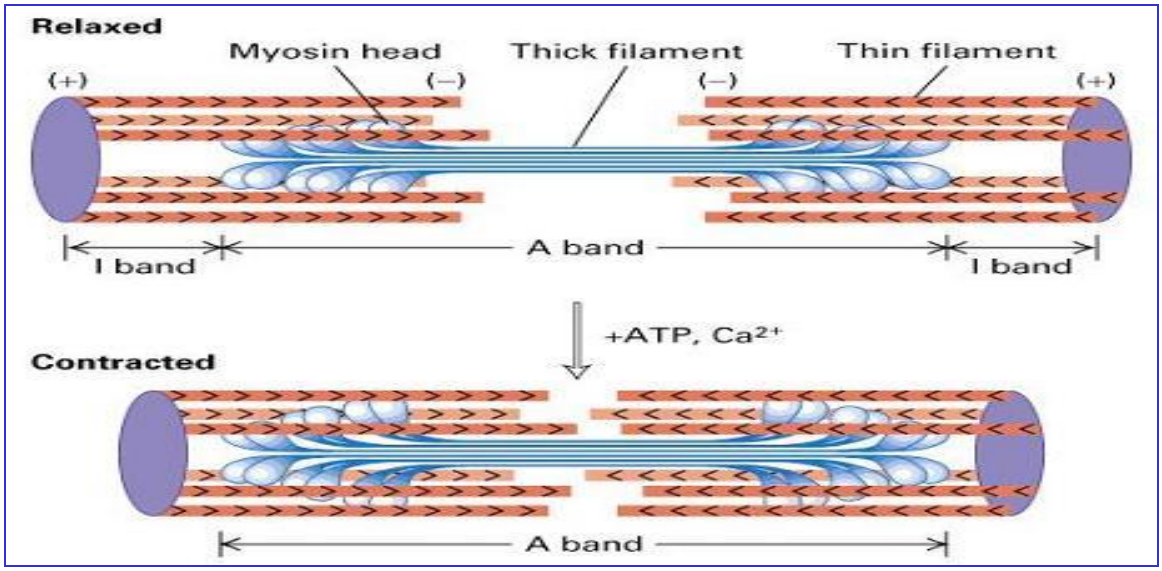


Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

القطعة العضلية والتقلص العضلي

تقصر القطعة العضلية عند تقلصها ويتم ذلك على حساب الأقراص النيّرة التي يتناقص طولها كما تتناقص المسافة بين غشائي Z وعرض المنطقة H ويترافق ذلك باقتراب الخيوط الرفيعة من مركز القطعة العضلية أما الأقراص العاتمة فتبقى دائماً بنفس الطول سواء تمددت القطعة العضلية أم تقلصت فالخيوط المايوسينية المؤلفة للأقراص العاتمة والخيوط الأكتينية المؤلفة للأقراص النيّرة تبدوان بالمجهر الالكتروني

محتفظتين بأطوالهما سواء نقص أم ازداد طول القطعة العضلية مما دعا إلى الاستنتاج بأن الأمر يتعلق بعملية التداخل النوعي للخيوط بعضهما في بعض ومن هنا جاءت نظرية الانزلاق الخيطي في التقلص العضلي .



بماذاً نفسر تناقص طول القطعة العضلية عند تقلصها كما يلي :

يعود ذلك إلى تداخل الخيوط مع بعضها البعض : حيث تنزلق الخيوط الرفيعة بين الخيوط الثخينة فكيف تتم عملية الانزلاق هذه ؟

1- ترتبط رؤوس الجسور المايوسينية بالمواقع الفعالة لخيوط الأكتين بدافع الألفة بينهما (كما في المستقبلات الغشائية) .

2- تأخذ هذه الرؤوس بالدوران فتسحب خيوط الأكتين نحو مركز القطعة العضلية منزلقة بين خيوط المايوسين .

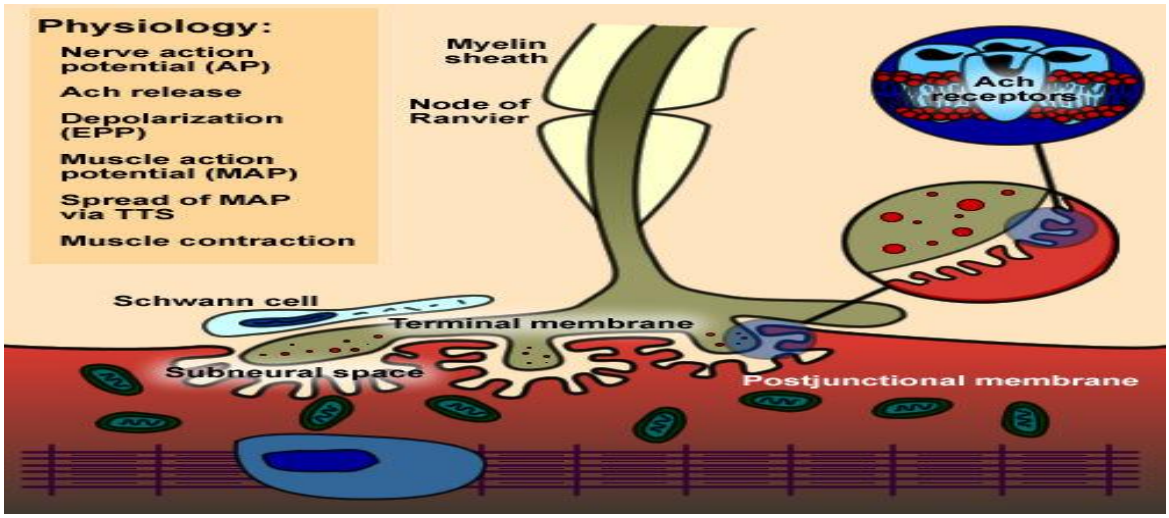
3- تتحرر بعد ذلك رؤوس المايوسين من الاكتين وترتبط بموضع آخر على طول خيط الاكتين لتبدأ دورة ثانية للحركة المتقدمة الانزلاقية التي يمارسها الرأس المايوسيني وبذلك يحدث التقاصر في القطعة العضلية وبالتالي الليفات العضلية إضافة إلى التبدلات في شكل الأقراص العضلية، و تتوافر الطاقة اللازمة لهذه العملية من الATP .

تعصيب الألياف العضلية المخططة

أولاً : التعصيب الحركي :

يتفرع الليف العصبي المحرك الآتي من القرن الأمامي للنخاع الشوكي قبل وصوله على الألياف العضلية المخططة على عدة فروع ينتهي كل فرع منها بانتفاخ يدعى الزر الانتهائي يغوص ضمن انخفاض

في غشاء الليف العضلي مشكلاً مشبكاً يدعى الصفيحة العصبية العضلية وتحوي النهايات العصبية على: حويصلات تحتوي على الأستيل كولين (ناقل كيميائي) الذي يتحرر منها عند وصول التنبيه العصبي الذي يعمل على تنبيه الليف العضلي من خلال مستقبلات خاصة وبعد أداء دوره يتفكك بوساطة أنزيم كولين أستيراز لتعود الصفيحة العصبية العضلية بسرعة إلى حالة الراحة .



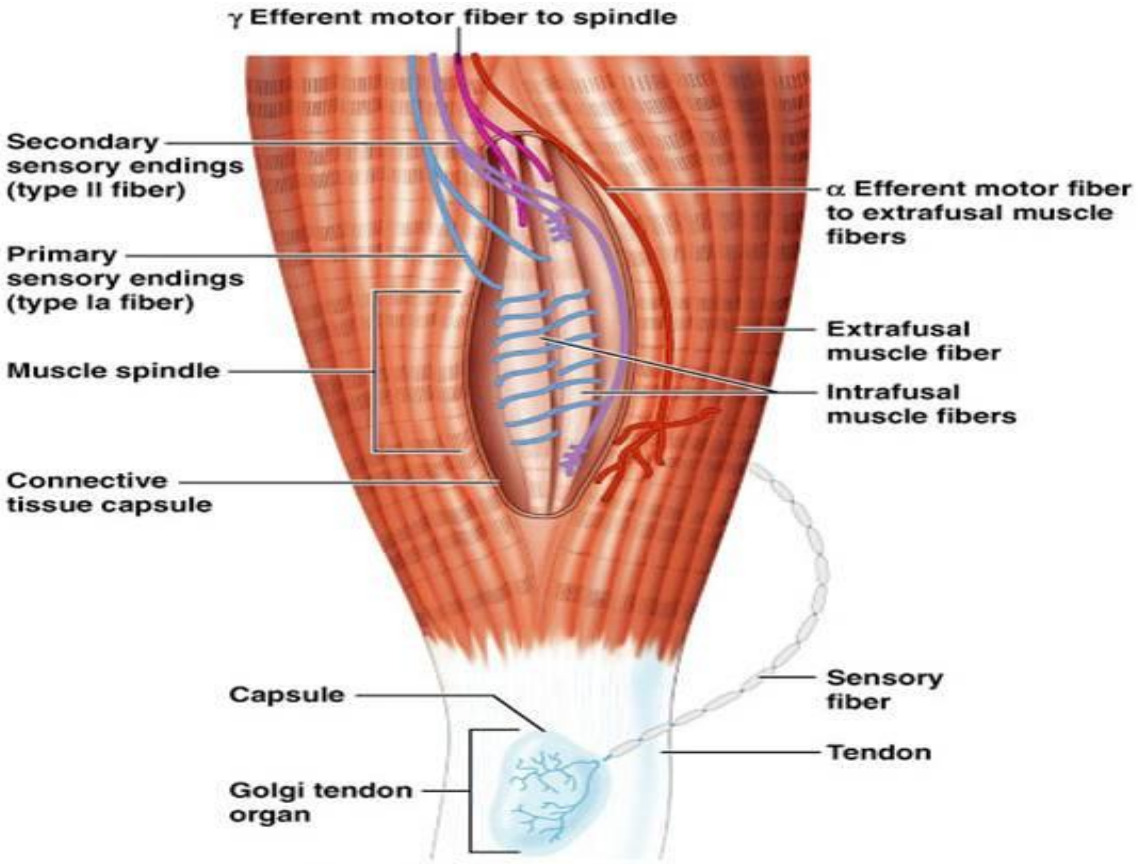
ثانياً : التعصيب الحسي :

لابد من وصول دفعات عصبية وبشكل مستمر من كل عضلة إلى الجهاز العصبي تحمل له معلومات عن طول العضلة وسرعة تغير هذا الطول وتوترها اللحظي وسرعة تغيره ولتأمين ذلك زُودت العضلات وأوتارها بنمطين خاصين من المستقبلات الحسية هما :

1- **المغازل العضلية** : تنتشر المغازل العضلية في بطن العضلة ويتكون المغزل من مجموعة من الألياف العضلية التي تراجعت عن تمايزها ومالت إلى التخصص في الاستقبال تحاط هذه الألياف بعدد من النهايات العصبية الحلقية اللولبية التي تندمج لتشكل عصباً حسياً ينتقل إلى النخاع الشوكي .

تصدر عن المغازل في الحالة السوية وباستمرار دفعات عصبية حسية يزداد معدل إطلاقها عند تمطيط المغازل وينقص عند تقصيرها .

2- **أعضاء كولجي الوترية** : تتوضع في أوتار العضلة و ترسل معلومات عن التوتر العضلي أو معدل هذا التوتر إلى الجهاز العصبي .



بدء التقلص العضلي و تنفيذه

بعد وصول التنبيه عن طريق العصب المحرك إلى نهاية الألياف العصبية فإنه يثير الليف العضلي ويدخل عميقاً فيه مؤدياً إلى **تحرير كمية كبيرة من شوارد الكالسيوم المختزنة في الشبكة الساركوبلازمية العضلية إلى داخل الليفات العضلية محدثة قوى جذب بين خيوط الأكتين والمايوسين لأنها تكشف المواقع الفعالة على خيط الأكتين لرؤوس المايوسين** فتسبب انزلاقها على بعضها وهذا الانزلاق هو الحدث التقلصي حيث تحدث عملية الانقباض العضلى تبعا للنظرية الانزلاقية التى قدمها "هوكسلى وهانسون1954 "م حيث تنزلق فتائل الاكتين لتتقارب مع بعضها البعض خلال المسافات البينية الاجزاء فتائل المايوسين لتشكل مايسمى بـ "الجسور المتقاطعة" وعندها تتحول الطاقة الكيمائية الموجودة في مركب ATP لموجود على راس المايوسين الى طاقة حرارية ثم الى طاقة ميكانيكية لتتحرك بعدها هذه الجسور المتقاطعة الى الداخل فى اتجاه المايوسين وتجذب معها فتائل الاكتين المتشابكة بها، وعندما تتوقف إثارة القطعة العضلية تضخ شوارد الكالسيوم عائدة إلى الشبكة الساركوبلازمية العضلية ليختزن فيها لحين ورود تنبيه جديد ليبدأ استرخاء القطعة العضلية.

ويتم الانقباض وفقاً للتغيرات التى يمكن ان تتخلص فيمايلى

1- **التغيرات العصبية:**
وتتمثل فى وصول اشاراة عصبية صادرة من الجهاز العصبى لاستارة الالياف العضلية لاداء الانقباض.

2- **التغيرات الكيمائية :**
ويعبر عنها افراز مادة " الاستل كولين" من النهايات العصبية عند وصول الاشارة العصبية اليها حيث يرتبط مع مستقبلات خاصة بة في منطقة التشابك العصبي العضلي (الصفيحة العصبية النهائية)

3- **التغيرات الكهربائية:**
وتتمثل فى انعكاس او زوال الاستقطاب اى انعكاس فرق الجهد الكهربائى لجدار الخلية العضلية بما يعادل 110ملي فولت من (80 ملي فولت فرق الراحة الى30 + ملي فولت عند الاستشارة) ويسمى ذلك فرق الجهد ويظهر الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية المحيطة بالليفة العضلية.

4- **التغيرات الحرارية :**
وهى التى تنتج عن فعالية الكالسيوم Ca++ الذي يضخ من الشبكة الساركوبلازمية حيث ترتبط ايونات الكالسيوم مع التروبونين"Tro-ponin وبالتالى العمل على كشف المواقع النشطة الموجودة على خيوط الاكتين لراس المايوسين لعمل مايسمى بالجسور المستعرضة والذي يتبعة انشطار المركب الكيميائي ثلاثى فوسفات الادينوسين الى ثنائى فوسفات الادينوسين + فوسفات + طاقة

ملاحظة: في أثناء انبساط العضلة تنطلق أيضاً حرارة تعادل تقريباً حرارة الانقباض (**سؤال/ لماذا**).

5- **التغيرات الميكانيكية:**
وتتمثل بالنظرية الانزلاقية وعملية تداخل الاكتين والمايوسين وبالتالى حدوث الانقباض العضلى

<u>بعض اختبارات الجهاز العضلى</u>

1- اختبار قوة القبضة (الدينموميتر)
2- اختبار قوة عضلات الظهر والذراعين (الداينموميتر)

<u>ملاحظات عامة</u>

- في الوحدة الحركية جميع الألياف العضلية تستجيب للتأثير العصبي كوحدة واحدة.
- كلما قل عدد الألياف العضلية في الوحدة الحركية كلما كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقصها القوة.
- في العين - الوحدة الحركية تضم بضع ألياف عضلية + ليف عصبي.
- في الفخذ والظهر - كل وحدة حركية تضم مئات وآلاف الألياف العضلية + ليف عصبي .
- في الوحدة الحركية - كل الألياف العضلية تكون من نفس النوع.
- (نوع وكمية) الألياف العضلية في الوحدة الحركية يتعلق بالعامل الوراثي .

الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular system

يتكون الجهاز الدوري من القلب والأوعية الدموية والدم :

القلب (Heart):عضو عضلي ويعد مركز الجهاز الوعائي /بانقباضاته يتوزع الدم/ عضلاته ذاتية الانقباض/ يتحكم فيه الجهاز العصبي والهرموني/ لكي يتولد عن ذلك ضغط الدم (Blood pressure)

الأوعية الدموية (Blood Vessels) : وتشمل :

- الشرايين (Arteries) تنقل الدم من القلب لبقية أعضاء الجسم
- الأوردة (veins) تنقل الدم من أعضاء الجسم الى القلب
- والشعيرات الدموية (Blood capillaries) والتي تكون شبكة من الشعيرات الدموية لتوصيل الدم من والى الخلايا في الأعضاء المختلفة للجسم.

الـــــدم :

وهو السائل الذي يدور في الأوعية الدموية والقلب ويحتوى جميع أنواع خلايا الدم والبلازما وبروتينات الدم المجودة في الأوعية الدموية .

مكونات الدمBlood content

يتكون الدم من : خلايا وصفائح الدم والبلازما السائل الذي يحتوي خلايا الدم

خلايا الدم : أ- خلايا أو كريات الدم الحمراء : (Red blood cell (RBC) or Erythrocytes)

خلايا أو كريات الدم الحمراء في الثدييات صغيرة قطرها 8 ميكرون وسمكها 2 ميكرون وهي مرنه فهي تغير شكلها عند مرورها في الشعيرات الدموية، وهي عديمة النواة (عدى الضفدعة) عددها في الرجل (5.2) مليون كرية cm^3 وفي المرأة(4.7)مليون كرية cm^3.

تحتوى على 60 % ماء،40 % مواد صلبة اهمها بروتين الهيموكلوبين (Haemoglobin Hb) الذي يملئ سيتوبلازم كرية الدم الحمراء **ويعطيها لونها الأحمر**، الذي يتكون من صبغة الهيم (haeme) التي تحتوي على 5% عنصر حديد و 95% بروتين الكلوبيلين (Globin)، الذي يعمل

على نقل الأكسجين حيث يتحد معه في الرئتين ليكون اوكسي هيموكلوبين(Oxyhaemoglobin) ونقل الأكسجين للأنسجة واخذ ثاني أكسيد الكربون من الخلايا ليكون معه مركب كاربوكسيهيموكلوبين (Crboxyhaemoglobin HbCO2).

- HbO2 ⟵ Hb + O2 هيموكلوبين
- HbCO2 ⟵ Hb + CO2 هيموكلوبين

يتم انتاج خلايا الدم الحمراء في نخاع العظام الأحمر كعظام الضلوع والقص والفقرات والجمجمة ونهاية العظام الطويلة (في الجنين يتم أنتاجها في الكبد الطحال والغدد الليمفية)، وتعيش كريات الدم الحمراء للإنسان 124 يوم، 50 يوم في الأرنب، 120 في الكلاب، ويتم تكسيرها بواسطة الخلايا الشبكية في الطحال والكبد حيث تستهلك مادتها والزائد من الهيموكلوبين يخزن في الكبد والطحال على شكل مادة تسمى فيرتين (Ferritin)

خلايا الدم البيضاء White blood cell (WBC) or Leucocytes

خلايا الدم البيضاء عديمة اللون لعدم احتوائها على بروتين الهيموكلوبين وهي كروية الشكل تحتوي على نواة حجمها كبير يمكنها التخلل من جدار الشعيرات الدموية إلى الأنسجة المحيطة **واهم وظائفها حماية الجسم من الجراثيم والأجسام الغريبة** حيث تقوم بإلتهامها (Phagocytosis) عدد خلايا الدم البيضاء 6-10 الآف خلية cm^3 من الدم ، يتم تكوينها في نخاع العظام الأحمر وفي الغدد الليمفاوية.

وتقسم الى مجموعتين حسب وجود الحبيبات في السيتوبلازم :

<u>أولا : خلايا الدم البيضاء غير المحببة (Agranuloctes)</u> يستمر نشاطها في الدم 10 ساعات وفي الأنسجة لعدة أشهر أو سنوات وتشمل نوعين:

أ- الخلايا الليمفية (Lymphocytes)

وتشكل 30% من مجموع الخلايا البيضاء ويتم أنتاجها في الغدد الليمفاوية والطحال أو الغدة التيموسية، وظيفتها أنتاج الأجسام المضادة (Antibodies) وتنظيم الجهاز المناعي وتعيش لأيام أو سنوات.

ب- خلايا وحيدة النواة (Monocytes):

تكون حوالي 5% من مجموع خلايا الدم البيضاء، وتتكون في نخاع العظام والغدد الليمفاوية والأنسجة الضامة وغالبا ما تهاجر من الدم الى الفراغات بين النسيجية، ولها قدرة عاليه على التهام البكتيريا وبقايا الخلايا والخلايا السرطانية وتبقى حية لعدة أشهر.

ثانيا: خلايا الدم البيضاء المحببة :

يتراوح نشاط الخلايا المحببة في الدم 4-8 ساعات وفي الأنسجة 4-5 أيام فهي تتميز بوجود الحبيبات في السيتوبلازم ونواتها مقسمه الى عدد من الفصوص (2-5 فصوص) لذا يطلق عليها بخلايا الدم البيضاء متعددة الأشكال (Polymorph nuclear leucocytes)، وحسب الحبيبات التي في سايتوبلازمها تقسم الى ثلاث أنواع من الخلايا الدم البيضاء المحببة.

أ- خلايا الدم البيضاء المحببة المتعادلة (Neutrophils)

أكثرها عددا تشكل نسبة 62% من مجموع خلايا الدم البيضاء تعيش من بضع ساعات الى 3 أيام، وسايتوبلازمها غني بالحبيبات ذات الصبغة المتعادلة (Neutral dyes) مكونة اللون البنفسجي وظيفتها الدفاع عن الجسم ضد الأجسام الغريبة التي تصل الجسم ولها القدرة على أنتاج أنزيمات قوية (في حويصلاتها المحللة Lysosomes) لتحلل بروتين الأجسام التي تلتهمها.

ب- خلايا الدم البيضاء المحببة القاعدية (Basophiles):

تتميز بوجود حبيبات تصطبغ بالصبغات القاعدية، اقل الخلايا عددا اذ تشكل نسبة 0.5% من مجموع خلايا الدم البيضاء تعيش لعدة ساعات الى 3 أيام تقوم بإفراز مادة الهيبارين (Heparin) المانعة للتجلط الدم ومادة الهستامين (Histamine) المهمة في حالة الالتهابات.

ج- خلايا الدم البيضاء المحببة الحمضية (Acidophils)

أحيانا تسمى بالخلايا الأيوسينية لان حبيباتها تصطبغ بالأيوسين فتأخذ اللون الأحمر، تشكل نسبة 2.5% من مجموع خلايا الدم البيضاء، تعيش من 10-12 يوما يزيد عددها عند الحساسية، وتساعد في التخلص من الأنتيجينات (Antigen) الأجسام الغريبة المرتبطة مع الأجسام المضادة (Antibodies) .

الصفائح الدموية : Blood Platelets

عبارة عن أجزاء من أجسام غير منتظمة الشكل، أصغر حجما من خلايا الدم الحمراء لا تحتوى على أنويه، تنتج من نخاع العظام الأحمر او الرئة أو الطحال عمرها 7-10 أيام عددها 150-350 ألف صفيحة دموية لكل مم3 من الدم، تساعد في تجلط الدم أثناء الجروح حيث تطلق الصفائح الدموية عند تكسرها مادة الثرومبوبلاستين (Thromboblastin) الضروري لتكوين الجلطة كما تطلق مواد اخرى تعمل على تقلص الأوعية الدموية لمنع جريان الدم من الجرح أما الصفائح فتسد مكان الجرح إذا كان صغيرا.

بلازما الدم Blood Plasma

هو سائل لونه شفاف بدون خلايا الدم، ويكون بلازما الدم 55% من حجم الدم الكلي ويتركب هذا البلازما من 90% ماء 10% مواد صلبه كالبروتينات التي تمثل 6-8% من حجم البلازما اما بقية المواد الصلبة فهي مواد غذائية من عمليات الهضم ومواد متكونة من عمليات الأيض مثل اليوريا وحامض اللاكتيك والغازات التنفسية والهرمونات والأنزيمات التي يحملها الدم وبعض الأملاح والأيونات كالصوديوم البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكربونات.

بروتينات بلازما الدم ووظائفها : وهي ثلاث بروتينات رئيسية:

بروتين الألبومين (Albumins) 55% والكلوبيولين (Globulins) 38% والفيبرونجين (Fibronogen) 7% ، حيث كل 100مل تحتوي على 6-8 غم من البروتينات

- **وظائف بروتينات الدم:**

1- الفيبرونوجين والألبومين لها دور رئيسي في تجلط الدم.

2- تحافظ البروتينات على اللزوجة (Viscosity of blood) والضغط الأسموزي (Osmotic pressure) والحجم الكلي للدم هذا ويتم تصنيع معظم بروتينات الدم في الكبد .

وظائف الدم :Blood functions

1- نقل الأكسجين من الرئتين الى خلايا الانسجة ونقل ثاني اكسيد الكربون من الخلايا الجسم الى الرئتين

2- نقل المواد الغذائية المهضومة من الجهاز الهضمي إلى الأنسجة

3- نقل الفضلات (نواتج الأيض Metabolism) من خلايا انسجة الجسم ليتم التخلص منها عن طريق الكليتين

4- نقل الهرمونات الى الأنسجة المستهدفة التي تعمل او يؤثر عليها الهرمون

5- تعمل بروتينات بلازما الدم كمادة منظمة لمنع التغير المفاجئ بالأس الهيدروجيني.(pH)

6- المساهمة في الحفظ على الاتزان المائي بالجسم

7- يساهم في الحفاظ على درجة حرارة الجسم

8- الدفاع عن الجسم ضد العدوى (لإحتوائه على الاجسام المضادة)

9- يتميز بخاصية التجلط لمنع فقد الدم وسوائل الجسم .

خواص الدم

حجم الدم: يختلف حجم الدم لكل كائن حي حسب العمر والجنس بإختلاف الظروف البيئية والفسيولوجية ويترواح بين 6-9% من وزن الجسم وتحتوى الدورة الدموية على 50% من كمية الدم والباقي في الكبد بنسبة 20 % والطحال 20 % والجلد (10%)، من هذا نرى انه كمية الدم في الإنسان (وزنه 70كجم) 5 لترات.

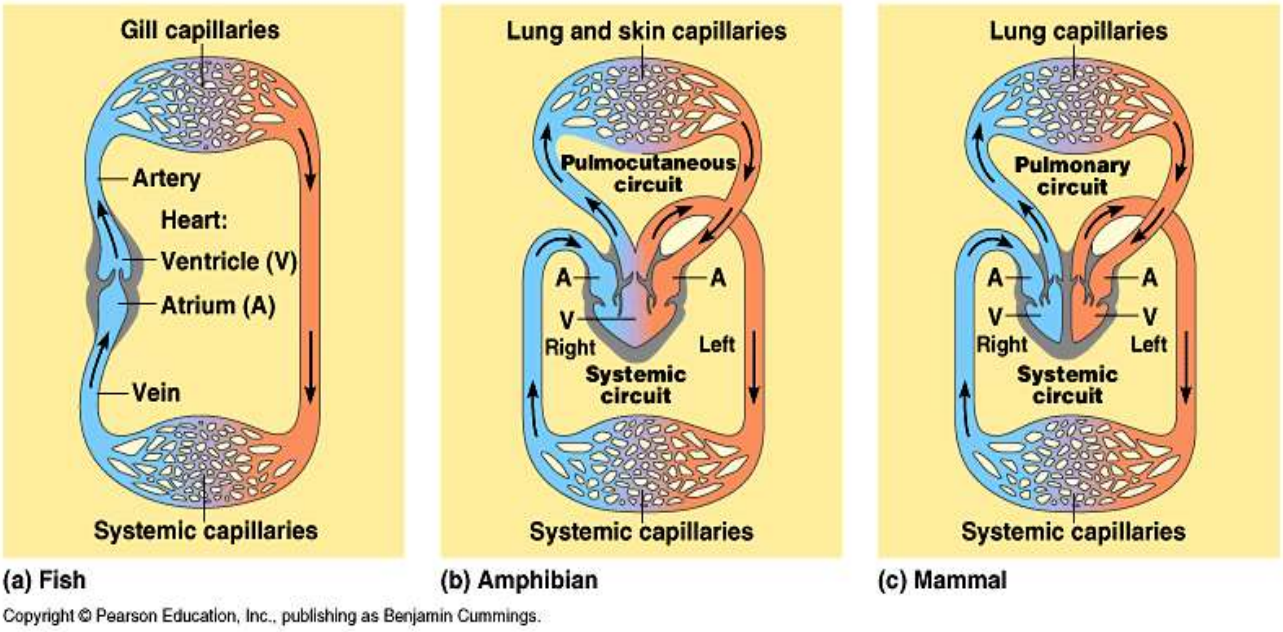
ملاحظة: يمكن حساب حجم الدم في الإنسان من خلال المعادلة التالية:

حجم الدم = وزن الجسم/ 13

الدورات الدموية

أ- الدورة الدموية الصغرى أو الدورة الرئوية (Pulmonary Circulation)

وينتقل فيها الدم غير المؤكسد من القلب الى الرئتين، ثم يعود كدم مؤكسد من الرئتين الى القلب حيث يتدفق الدم من الاذين الايمن الى البطين الأيمن ثم الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي ثم العودة بالدم المؤكسد الى الأذين الأيسر للقلب عن طريق الأوردة الرئوية.

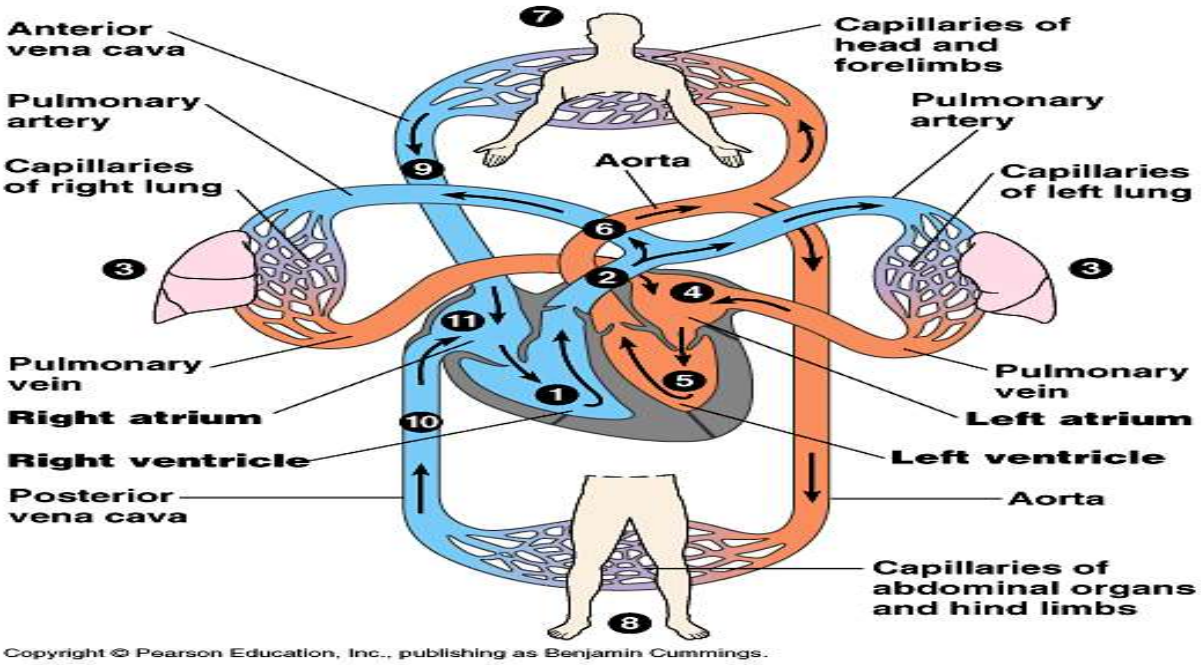


الدورة الدموية الكبرى او الدورة ألجهازيه (Systemic circulation)

هو نقل الدم المحمل بالأوكسجين من الاذين الايسر الى البطين الأيسر ثم الى جميع اجزاء الجسم عن طريق الشريان الأبهر الرئيسي (نقل الدم الى انسجة الجسم كافة عدى الرئتين) ثم عودة الدم المحمل بثاني اوكسيد الكاربون الى الأذين الأيمن من جميع أعضاء الجسم عن طريق الأوردة الجوفاء الرئيسية (العلوي والسفلي والتاجي).

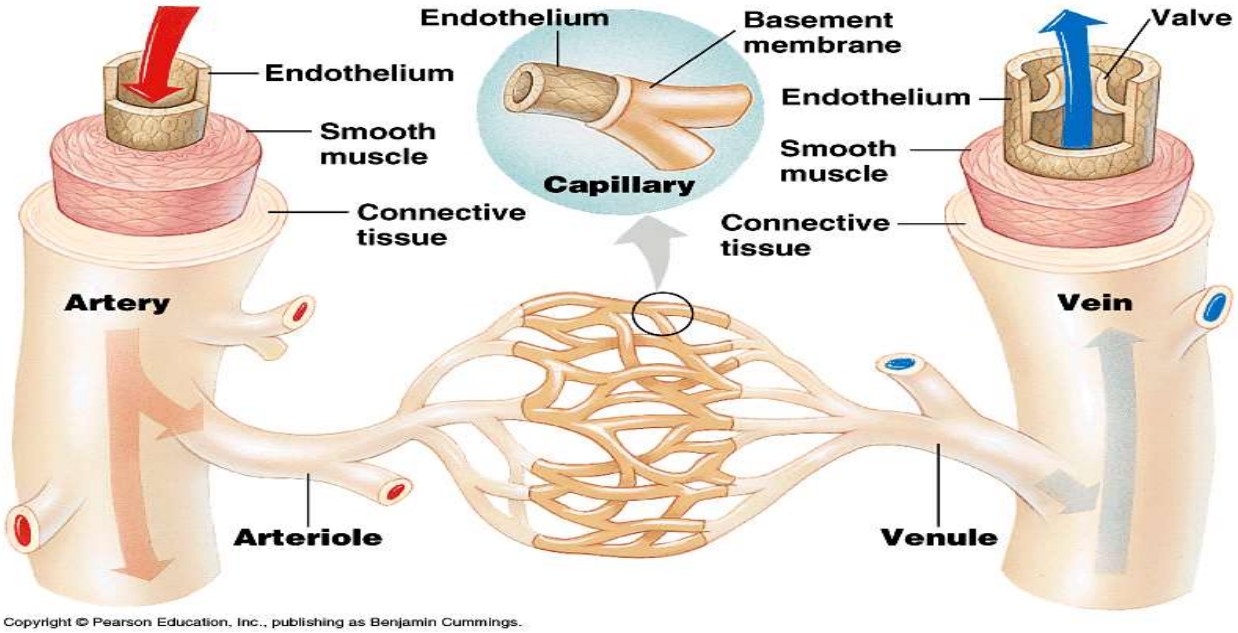
الدورة التاجية (Coronary circulation):

وهي دورة صغيرة تغذي عضلات القلب بالدم المؤكسد حيث يندفع الدم من البطين الأيسر عبر الشريان الابهر الذي تتفرع منه الشرايين التاجية الأيمن والأيسر Right and left coronary (Artery) التي تغذي أنسجة عضلات القلب ثم يعود الدم من أنسجة القلب عن طريق الوريد او الجيب التاجي (Coronary sinus) الى الأذين الأيمن للقلب .



الشعيرات الدموية : Blood Capillaries

وهي ارق من الأوعية الدموية وتعمل كحلقة وصل بين الشرايين والأوردة ليتم من خلالها تبادل المواد الغذائية والغازات (CO_2, O_2) بين الدم وخلايا الجسم .



الأوعية الدموية

الشريان	الوريد
مرن	أقل مرونة
سميك الجدار	رقيق الجدار
لون الدم احمر باهت	لون الدم أحمر داكن
يحمل الدم من القلب الى الأنسجة	يحمل الدم من الأنسجة للقلب
يحمل دم مؤكسد (محمل بالأكسجين)	يحمل دم غير مؤكسد(محمل بـ CO_2)
تكون غائرة في الأنسجة	تكون قريب من سطح الأنسجة

الجهاز العصبي في الإنسان .

توجد كثير من الأساليب و الطرائق التى نستطيع من خلالها إعطاء وصف شافً للجهاز العصبي، من هذه الطرائق الناحية التشريحية و الوظيفية التى نستطيع من خلالها أن نبين ماهية ذلك الجهاز من حيث شكله و تقسيماته و كيفية عمله، فمن الناحية التشريحية يعد الجهاز العصبى شبكة من الأعصاب الممتدة بين أجزائه المختلفة.

أما من الناحية الوظيفية فيعد الجهاز العصبى هو الجهاز المهيمن على وظائف جميع الأجهزة الحيوية الأخرى و كذلك المسؤولً عن عملية الترابط والتناسق بالعمل فيما بين تلك الأجهزة، وهذه الهيمنة الآلية لهذا الجهاز تتم من خلال مجموعة من المراكز العصبية المرتبطة فيما بينها إذ تصل الإشارات الحسية من جميع أجزاء الجسم إلى هذه المراكز ليرد الجواب على شكل استجابات حركية إلى أجزاء الجسم كافة سواء ما كان منها عضلات إرادية أو غير إرادية أو غدداً صماء أو قنوية لأمرها بالاستجابة لتلك الأوامر.

ومما يجب الإشارة إليه أن المراكز العصبية أو ما تسمى بالأنسجة العصبية (Nervous Tissues) تمثل الأساس التركيبي لهذا الجهاز والذى يتكون بدورة من وحدات أصغر هى الخلايا العصبية فضلا عن الأعصاب المختلفة، والخلية العصبية أو ما تسمى بالنيورون (Neuron) وهي الوحدة الأساسية التى يتكون منها الجهاز العصبي كله، وتعد هذه الخلية الوحدة التشريحية والوظيفية للجهاز العصبي ، وتختلف هذه الخلايا من حيث الشكل والحجم وكذلك نسب وجودها حيث أشارت بعض المصادر العلمية إلى أنة تختلف الخلايا العصبية من حيث الشكل والحجم والعدد إذ يوجد ما يقارب من 90 % منها فى المخ والباقي فى بقية الجهاز العصبي المركزي والطرفي ...وأن هذه الخلايا العصبية لا تنقسم ولا تتجدد وما يتلف منها لا يتم تعويضه كما يفقدها الإنسان تدريجياً كلما تقدم به العمر.

و لهذا يمكن عد هذا الجهاز نقطة حرجة للإنسان إذ أن أى خلل يصيب هذه الخلايا يستحيل تعويضها أو معالجة الخلل الناتج من إصابة تلك الخلايا، و لهذا فلابد من العناية الفائقة بهذا الجهاز والعمل على تحسين كفاءته وخصوصاً عندما نعرف بأنه القاعدة الأساسية فى كل المجالات ومنها المجال الرياضى اذ وجد أن بداية التعليم على أى مهارة هو فى الأساس يعتمد على الجهاز العصبي، وهذا ماشارت اليه المصادر الى ان الجهاز العصبي يلعب دوراً مهماً فى تعليم المهارات الحركية الجديدة و كذلك له دور بارز فى مجال التدريب.

إذاً يجب أن تتضمن المناهج سواء كانت تعليمية أم تدريبية وحدات خاصة أو تمارين خاصة تهدف إلى رفع كفاءة عمل الجهاز العصبي.

أقسام الجهاز العصبي .

لقد شرع العلماء بتصنيف الجهاز العصبي إلى أقسام عدة وقد تنوع هؤلاء العلماء فى هذه التصنيفات من حيث زيادة أو نقصان عدد هذه الأقسام ولكنهم اتفقوا على جوهر هذه التقسيمات، وقد أشار علماء فسيولوجيا التدريب الرياضي ومنهم (أبو العلا أحمد) و (راشيل براتريند) أن الجهاز العصبي ينقسم إلى :

اولا- الجهاز العصبي المركزي , و يشتمل على :

* الدماغ Brain .
* الحبل الشوكى Spinal Cord .

ثانيا- الجهاز العصبي المحيطي , و يشتمل على :

* الأعصاب القحفية .
* الأعصاب الشوكية .

ثالثا- الجهاز العصبي المستقل , و يشتمل على :

* الجهاز العصبي السمبثاوي.
* الجهاز العصبي الباراسمبثاوي.

رابعا- الجهاز العصبي الحس جسمي Somatic Sensory :

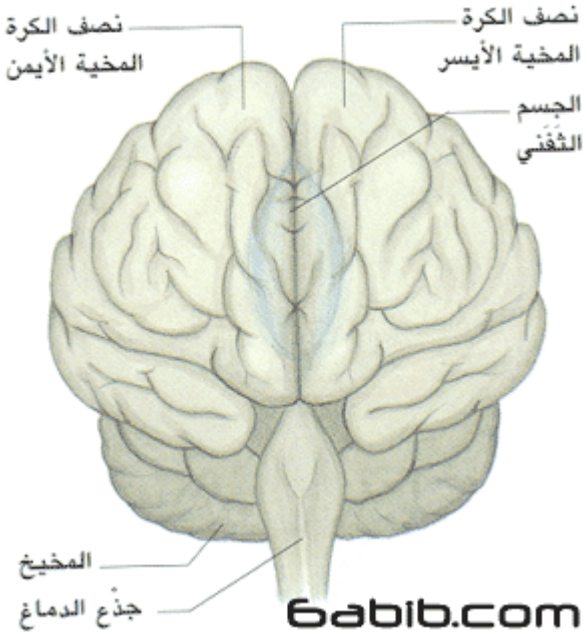
* أعصاب حسية .
* أعصاب حركية .
* أجهزة الإحساس . 1- الأذن الداخلية
2- أعضاء كولجي الوترية
3- المغازل العضلية
4- كبسولات باسنيان
5- الجلد

المخ Cerebrum .

يعد المخ الجزء الرئيس فى الجهاز العصبي المركزى وهو مشابه بعمله للكمبيوتر، و يقوم المخ بالكثير من الوظائف الحيوية فى الجسم ويستقبل الإشارات العصبية الحسية التى تزوده بالمعلومات حول بيئة الجسم الخارجية والداخلية ثم التعامل مع هذه المعلومات وإصدار الاستجابات الملائمة. ويعد المخ أكبر جزء فى الجهاز العصبى مع إشغاله حيزاً كبيراً من الجمجمة ويبلغ وزنه عند الولادة (350 غم) فى حين يزن فى الرجل البالغ (1400 غم) ويقل وزنة قليلاً لدى المرأة وتحيط بالمخ ثلاثة أغشية وظيفتها **الوقاية والتغذية** وهى من الداخل إلى الخارج (الأم الحنون , والعنكبوتية , والأم الجافية) ويطلق على هذه الأغشية مجتمعةً اسم الأغشية السحائية.

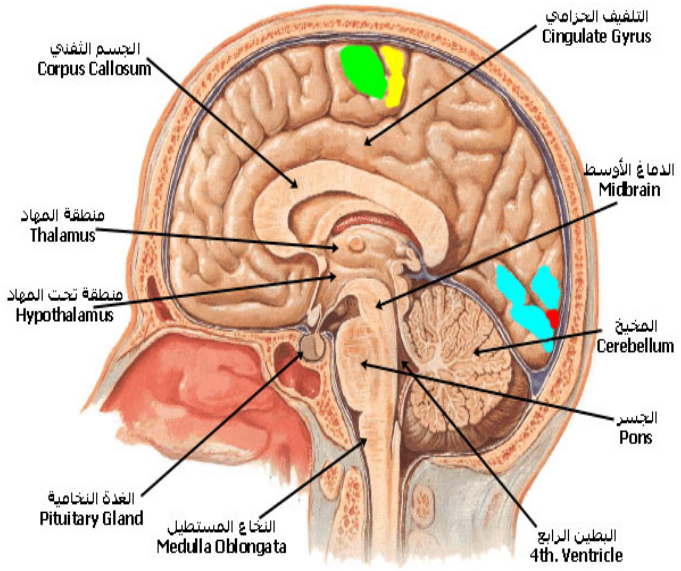
وفى المخ تكون أجسام الخلايا متمركزة في الطبقة الخارجية (قشرة المخ) ويكون لونها رماديا ولهذا تسمى المنطقة الرمادية أما محاور العصبونات فتكون موجودة بالداخل ويكون لونها ابيض ولهذا تسمى المنطقة البيضاء.

ويقسم المخ من الأعلى بواسطة شق طولي غير نافذ إلى نصفين غير منفصلين تماما عن بعضهما وهما نصف الكرة المخى الأيمن ونصف الكرة المخى الأيسر اللذان يتصلان من الداخل بواسطة الجسم الثفنى (corpus.callosum) الذي هو عبارة عن ألياف عصبية (محاور عصبونات) توصل بين مناطق متشابهة في نصفى المخ كما موضح بالشكل الاتي.



جذع الدماغ . Brainstem

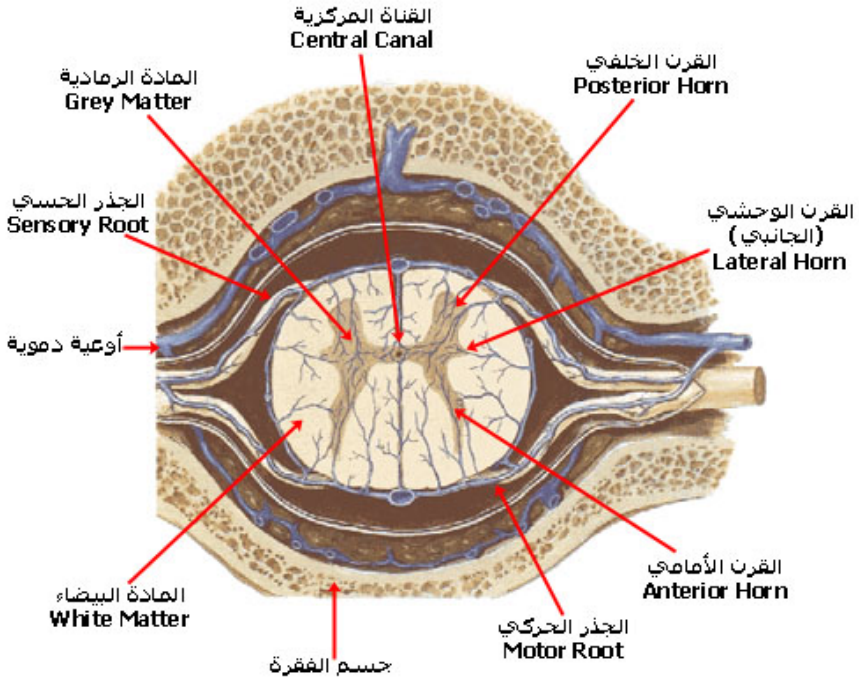
ويتكون من الدماغ الأوسط Midbrain والجسر Pans والنخاع المستطيل Medulla oblongata ويقع الدماغ الأوسط فوق الجسر والجسر فوق النخاع المستطيل الذي يكون متصلاً بدوره بالحبل الشوكى وفى الخلف منهم يقع الجزء المهم **بالتوازن وتنسيق الحركات** ألا وهو المخيخ الذي يتصل بدوره بجذع الدماغ عن طريق السويقة المخيخية العلوية والسويقة المخيخية السفلى كما موضح في شكل(4). ويوجد في الدماغ المتوسط مراكز رد الفعل البصري ومراكز رد الفعل السمعي كما يحتوى الدماغ المتوسط على نواة للأعصاب القحفية: الثالث والرابع ويحتوى الجسر على نواة الأعصاب القحفية: الخامس والسادس والسابع والثامن أما النخاع المستطيل فيحتوى على نواة الأعصاب القحفية: التاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر وما يجب الإشارة إليه أن الأعصاب القحفية تشكل جزءاً من الجهاز العصبي المحيطي .



شكل (4)
يوضح الدماغ المتوسط والمخيخ والنخاع المستطيل

الحبل الشوكى (النخاع الشوكى) Spinal cord

هو عبارة عن نسيج عصبى يقدر طوله حوالي (45 سم) وقطره حوالي (1.5 سم) يبدأ هذا النسيج العصبي بعد النخاع المستطيل ويمتد إلى الأسفل فى القناة الفقرية vertebral channel فى العمود الفقري vertebral-column إلى الفقرة القطنية الثانية وبعدها ينتهي على شكل ذنب الفرس ، ومن خلال المقطع العرضي التشريحي لهذا الحبل نجد انه يمكن تمييز منطقتين هما المنطقة الرمادية التى تكون على شكل حرف (H) وهي ناجمة من تراكم أجسام الخلايا العصبية والمنطقة البيضاء الناتجة من تراكم محاور العصبونات والشكل (5) يوضح ذلك .



شكل (5)

مقطع عرضي للحبل الشوكي

وتسمى الاذرع الأمامية للحرف (H) القرن الامامي Anterior Horn والاذرع الخلفية القرن الخلفي Posterior Horn وكذلك يوجد على كل جانب ما يسمى القرن الجانبي الوحشي Lateral Horn، وينشأ من القرن الامامي الجذر الحركي و منه الأعصاب الحركية للعضلات الارادية ، أما القرن الخلفي فهو عبارة عن مناطق حسية اذ تكون نقطة استقبال المعلومات الحسية عن طريق الأعصاب الحسية التى تدخل إلى القرن الخلفي عن طريق الجذر الحسي sensory root .

وقد تبين أن الأعصاب الحسية الواردة أكثر من الأعصاب الحركية الصادرة بنسبة 5 : 1 وهو دليل على المعلومات التى يستقبلها الجهاز العصبي.

وظائف النخاع الشوكى:

* توجيه عمل العضلات العاملة فى الجسم فيما عدا عضلات الوجه.
* التوافق بين عمل المجموعات العضلية المختلفة عن طريق الانعكاسات الحركية.
* توصيل الإشارات العصبية من المخ واليه.
* اداء الفعل الانعكاسى بأنواعه.
* التحكم فى الحركات الارادية عن طريق تحديد التصميم الدقيق للحركة عند اداء الحركات المتوقعة بالتعاون مع المراكز العصبية العليا.

ومما يجب الإشارة إليه أن المادة البيضاء هى عبارة عن ألياف عصبية صاعدة مثل السبيل الشوكـــــــي المخيخـــــــي pinocerebellar Trac الذي يحمل المعلومات الحسية عن وضعية الجسم للمخيخ حتى يستطيع الجسم التوازن وتعديل وضعه وكذلك يوجد السبيل الشوكى السريرى spin thalamic tract الذى يحمل الإحساس الحراري للمهاد فى المخ حتى يتمكن الجسم من تنظيم حرارته وكذلك تتكون المادة البيضاء من ألياف عصبية هابطة مثل السبيل القشري الشوكى corticospinal tract الذى يحمل الأوامر من القشرة الحركية إلى القرن الامامى ومنه للأعصاب الحركية عن طريق الجذر الحركى لكي يقوم الجسم بالحركة المطلوبة منه حسب الموقف.

نصفا كرة المخ .

تقسم كرة المخ إلى نصفين هما :

نصف الكرة المخي الأيمن Right-cerebral hemisphere ونصف الكرة المخي الأيسر Left- cerebral hemisphere ويتحكم نصف الكرة الأيمن بالجانب الأيسر من الجسم وبالعكس فان نصف الكرة الأيسر يتحكم في الجانب الأيمن من الجسم.

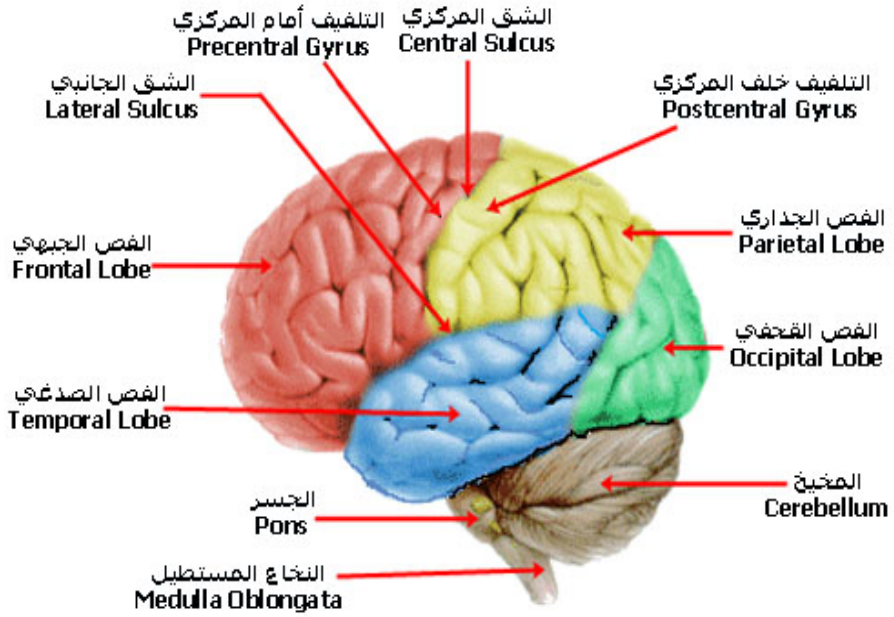
ولو نظرنا إلى المخ من الأعلى لرأينا شرخا عميقا يقسم المخ إلى نصفين متماثلين تقريبا يسميان النصفين الكرويين hemisphere، ولكل نصف وظيفة مستقلة فالنصف الأيمن يتولى إدارة وتحريك النصف الأيسر من الجسم أما الأيسر فيتولى إدارة النصف الأيمن من الجسم.

ومما يجدر به أن يذكر أن احد هذين النصفين يكون المسيطر فالأشخاص الذين يستعملون اليد اليمنى يكون نصف الكرة المخى الأيسر هو المسيطر عندهم والأشخاص الذين يستعملون اليد اليسرى يكون نصف الكرة المخى الأيمن هو المسيطر عندهم، ولو تم قطع نصف كرة المخ بصورة طولية لوجدناه يتكون من نوعين من الخلايا اذ يمكن تميزها من لونها وهى المادة الرمادية والمادة البيضاء، وتحتوى المادة الرمادية على أجسام الخلايا العصبية وتكون قريبة من

السطح مكونة ما يدعى بالقشرة، ويعزى الى تطورها رقي الإنسان وتميزه عن غيره من المخلوقات في حين تتكون المادة البيضاء من محاور تلك الخلايا.

وينقسم النصفان الكرويان إلى أربعة أقسام رئيسة تسمى بالفصوص، وتفصل بين كل فص وأخر شقوق غير مكتملة وهذه الفصوص هي :

الفص الجبهى Frontal ، والجدارى Paricta ، والصدغى Temporal ، والفص الخلفي أو القفوي Occipital ، وهذه الفصوص ليست وحدات متمايزة ولكنها مناطق تشريحية يختص كل منها بوظائف محددة ولكنها متفاعلة ومتكاملة والشكل (6) يوضح تلك الفصوص الدماغية.



شكل (6)
يوضح فصوص الدماغ

الخلايا العصبية (العصبونات) Nerve Cells .

وهي الخلايا التى تقوم بنقل واستقبال وإرسال التنبيهات العصبية وتقسم هذه بدورها استناداً إلى شكلها إلى ثلاثة أنواع وهي :

* **خلايا وحيدة القطب** Unipolar : و هي ذات محور واحد ويتفرع إلى محورين فرعيين وعادة ما تنتشر فى العقد العصبية الشوكية الموجودة فى الحبل الشوكي.

* **خلايا ثنائية القطب** Bipolar : و هـــــــي جسم واحد تخرج منة زائدتان أحداهما مثل الشجيرات والأخرى مثل المحور وينتشر هذا النوع فى شبكية العين.

* **خلايا متعددة الأقطاب** Multiplier : وهنا يكون جسم الخلية متعدد الأضلاع ويخرج منه كثير من الزوائد الشجيرية، كما يخرج من محور الخلية، وهو النوع الأكثر انتشاراً، و خاصة فى الدماغ والحبل الشوكى.

الجهاز العصبي المحيطي.

يتكون من جميع الاعصاب الواقعة خارج الجهاز العصبي المركزي ويشتمل على:

1. **جهاز الاعصاب الجسمي:**

يتالف من اعصاب قحفية عددها 12 زوج وتكون مسؤولة عن جميع العضلات المرتبطة بالراس وكذلك يشتمل هذا الجهاز على الاعصاب الشوكية والبالغة 31 زوج التي تكون مسؤولة عن عمل جميع العضلات الارادية المرتبطة بالهيكل العظمي والتي تحرك الجسم والاطراف، اذن عمل هذا الجهاز يراقب حركات اليدين والرجلين والوجه وبالرغم من انها ارادية ففي بعض الاحيان تتحرك بشكل غير ارادي مثلما هو الحال في رد الفعل الانعكاسي.

2. الجهاز العصبي الذاتي :

يتكون هذا الجهاز من الجهاز العصبي السمبثاوي والباراسمبثاوي التي ينصب عملها في توصيل المحفزات من الاعضاء الداخلية الى الجهاز العصبي المركزي ومن الخلايا العصبية الحركية الى في الجهاز العصبي المركزي الى العضلات الموجود في الاعضاء الداخلية. كعضلة القلب, واوعية الدم وجهاز الهضم غير ان مايميزهذه الردود هو انها ردود لا ارادية لانها غير خاضعة لارادتنا.

وظائف الجهاز العصبي السمبثاوي:

1. يعمل في الاوضاع الغير اعتيادية.
2. افراز الادرينالين.
3. زيادة عمل القلب.
4. زيادة معدل التنفس.
5. زيادة ضغط الدم.

6. انخفاض عمل جهاز الهضم والافراز.
7. حث غدد العرق على افراز العرق

وبأختصار انها تحضر الجسم لحالة الطوارئ

وظائف الجهاز العصبي الباراسمبثاوي:

1. تعمل في الاوضاع الاعتيادية.
2. افراز الاستيل كولين.
3. تؤدي الى تخفيض عمل القلب.
4. انخفاض ضغط الدم.
5. زيادة عمل جهاز الهضم والافراز.

وبأختصار انها تحضر الجسم لحالة الراحة

الخلايا المدعمة Neuroglia

وهى خلايا تعمل على ربط الخلايا العصبية بعضها ببعض، وتعمل على حمايتها وتدعيمها وتزويدها بالغذاء اللازم لها حتى تقوم بوظائفها على النحو السليم، وكذلك تحيط بالخلايا العصبية وتقع بينها أو بين الخلايا والأوعية الدموية أو بين الخلايا وسطح المخ.

إلى أن الخلايا المدعمة (الدبقية) هى خلايا مساندة للعصبونات فى الجهاز العصبي ولا تشارك في الإشارات الكهربية نفسها، ويبلغ عدد الخلايا المدعمة عشرة أضعاف عدد العصبونات فى الجهاز العصبي تقريبا، ولكن حجم الخلية المدعمة يساوى عُشر حجم العصبون لذلك هما يشغلان الحيز (الكتلة) نفسه في الجهاز العصبي وسميت الخلايا الدبقية استنادا إلى الكلمة اللاتينية (Glia) والتي تعني الدبق أو الغراء أو الصبغ وذلك للاعتقاد السائد سابقا بان عملها الاساس هو الربط بين العصبونات (كالاسمنت فى البناء).

ولهذا فلابد من بيان وظائف هذه الخلايا المدعمة حتى لا يتم الخلط بينها وبين عمل العصبونات.

وظائف الخلايا المدعمة (الدبقية) :

- تعمل كدعامة وسند للعصبونات (الخلايا العصبية).
- تعمل كعازل للشحنات الكهربائية بين العصبونات والمشابك.

- تعمل كناقل غذاء للعصبونات.
- تعمل كمزيل للخلايا التالفة والميتة، وتفرز مادة محفزة لنمو العصبونات.
- المحافظة على التركيب الايونى (الكهربائية) Ionic- composition للسوائل خارج العصبونات Extra cellular- fluids.

أنواع الخلايا المدعمة (الدبقية) .

هناك أربعة أنواع من الخلايا الدبقية وهى[1] :

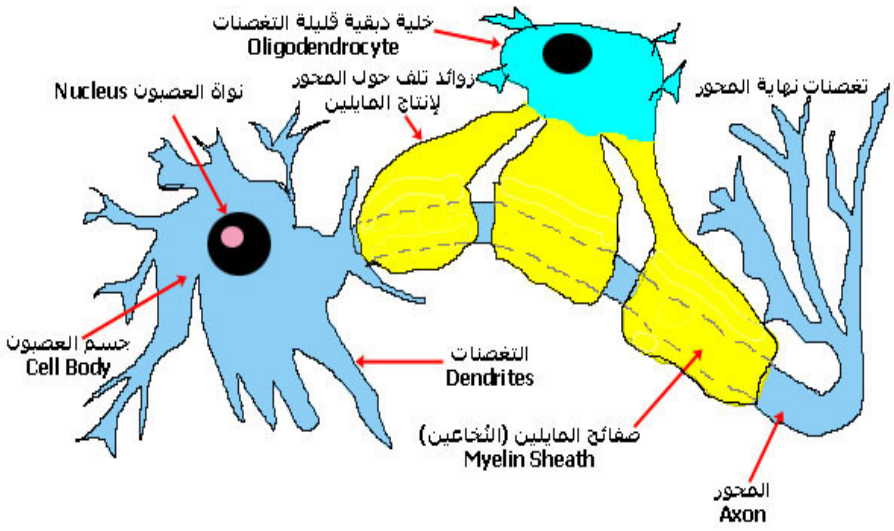
الخلايا الدبقية النجمية Astrocytes :

الخلايا الدبقية النجمية هى اكبر الخلايا الدبقية حجما، سميت النجمية لكثرة تشعباتها البارزة للخارج من الخلية، وهذه التشعبات النجمية تربط ما بين الأوعية الدموية والعصبونات لنقل الغذاء إليها، ولديها القدرة على تحويل الكلوكوز إلى اللاكتك الأسهل استخداما لإنتاج الطاقة فى الخلايا العصبية، وكذلك لهذه الخلايا النجمية القدرة على تحويل الكلوكوز إلى كلايكوجين لتخزينه واستخدامه عند الحاجة فى حالات انخفاض مستوى السكر فى الدم وتساهم الخلايا النجمية فى إزالة الشحنات الكهربائية الزائدة فى السائل خارج العصبونات للمحافظة على المحيط الايونى (الكهربائي) المناسب لعمل العصبونات على أكمل وجه فى نقل الإشارات العصبية، ولها دور مع الخلايا الدبقية الصغيرة فى إفراز مواد محفزة لنمو العصبونات بعد تلفها (مثال بعد السكتة الدماغية stroke).

الخلايا الدبقية قليلة التشعبات Oligodendneytes :

تعمل هذه الخلايا على تكوين الطبقة العازلة المحيطة بالعصبونات فى الجهاز العصب المركزي (central nervous system) التي تسمى بصفائح ماليين (Myelin sheaths) وهذه الصفائح (الطبقات العازلة) تعزل الشحنات الكهربائية (الإشارات العصبية) التى تنتقل فى الأعصاب عن بعضها البعض حتى لا تؤثر شحنة على شحنة أخرى وبالتالي في معناها بالنسبة للمخ الذي يترجم هذه الشحنات إلى أفعال وردود أفعال، وما يجب الإشارة إليه أن الخلايا الدبقية قليلة التغصنات لا تحيط بنفسها حول العصبونات مثل ما تفعله خلايا شوان، وإنما يصدر منها تشعبات وهذه التشعبات هي التي تلتف حول العصبونات وتكون الطبقة العازلة والشكل (7) يوضح ذلك.

1- http://www. Jons.spinal cord.com International Journal of sport training,1993



شكل (7)

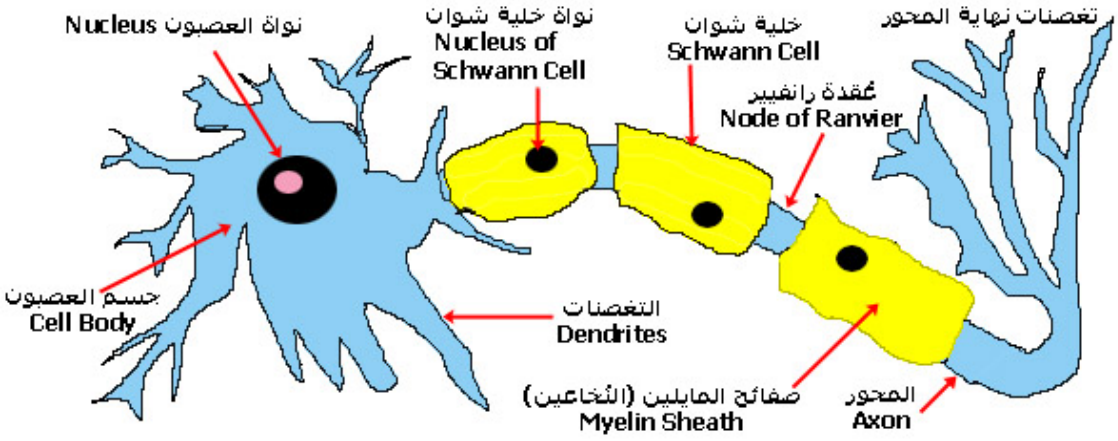
يوضح الخلايا الدبقية قليلة التغصنات

الخلايا الدبقية الصغيرة microglia :

وهى اصغر الخلايا الدبقية حجما وتعمل كمزيل للخلايا التالفة والميتة فى الجهاز العصبى وتساعد فى إرشاد نمو العصبونات (تحديد طريق نمو العصبونات وتشعباتها).

خلايا شوان Shawn cells :

وهى نظيرة الخلايا الدبقية القليلة التشعبات فى الجهاز العصبى المحيطى peripheral nervous system ، والمسؤولة عن تكوين الطبقة العازلة (صفائح ماليين) للعصبونات فى الجهاز العصبى المحيطي. وتتكون هذه الخلايا بشكل اساس من الشحوم Lipids والتي تعطيها صفتها العازلة للشحنات الكهربائية ، وتساعد خلايا شوان على سرعة انتقال الإشارات العصبية (الشحنات الكهربائية) فى العصبونات وكذلك لها دور فى نمو العصبونات بعد تلفها. والملفت للنظر هنا أن خلايا شوان تحيط بنفسها احاطة تامة حول العصبون بخلاف الخلايا الدبقية قليلة التشعبات فى الجهاز العصبي المركزي وكما موضح بالشكل(8).



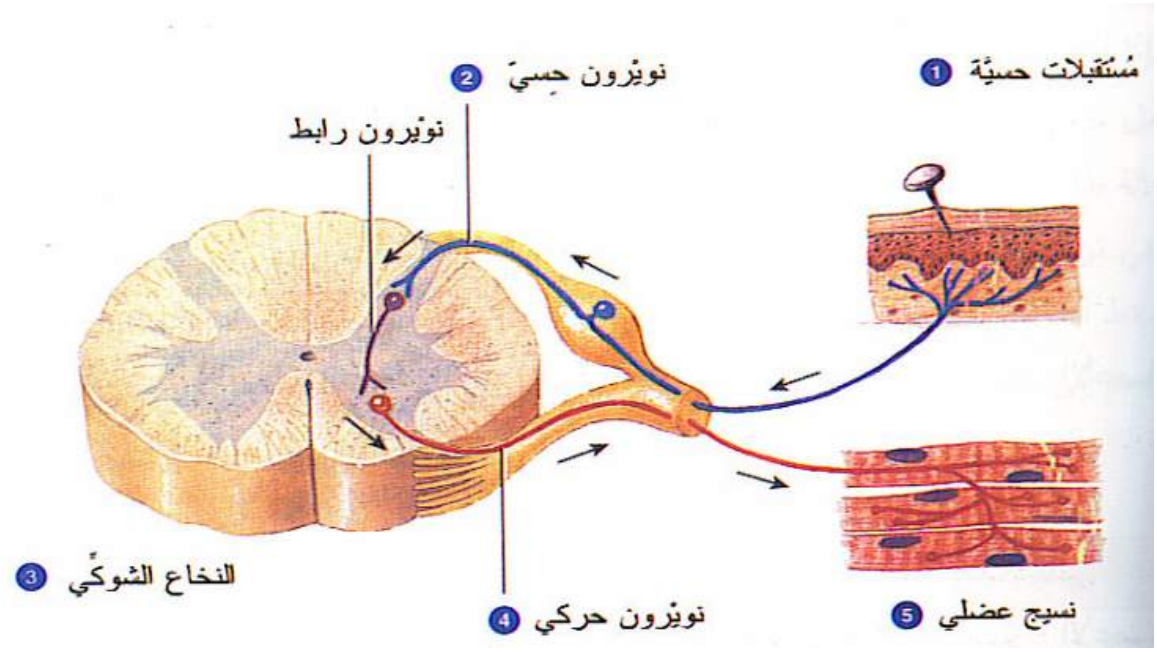
شكل (8)

يوضح خلايا شوان

ما هي ردود الفعل الانعكاسية

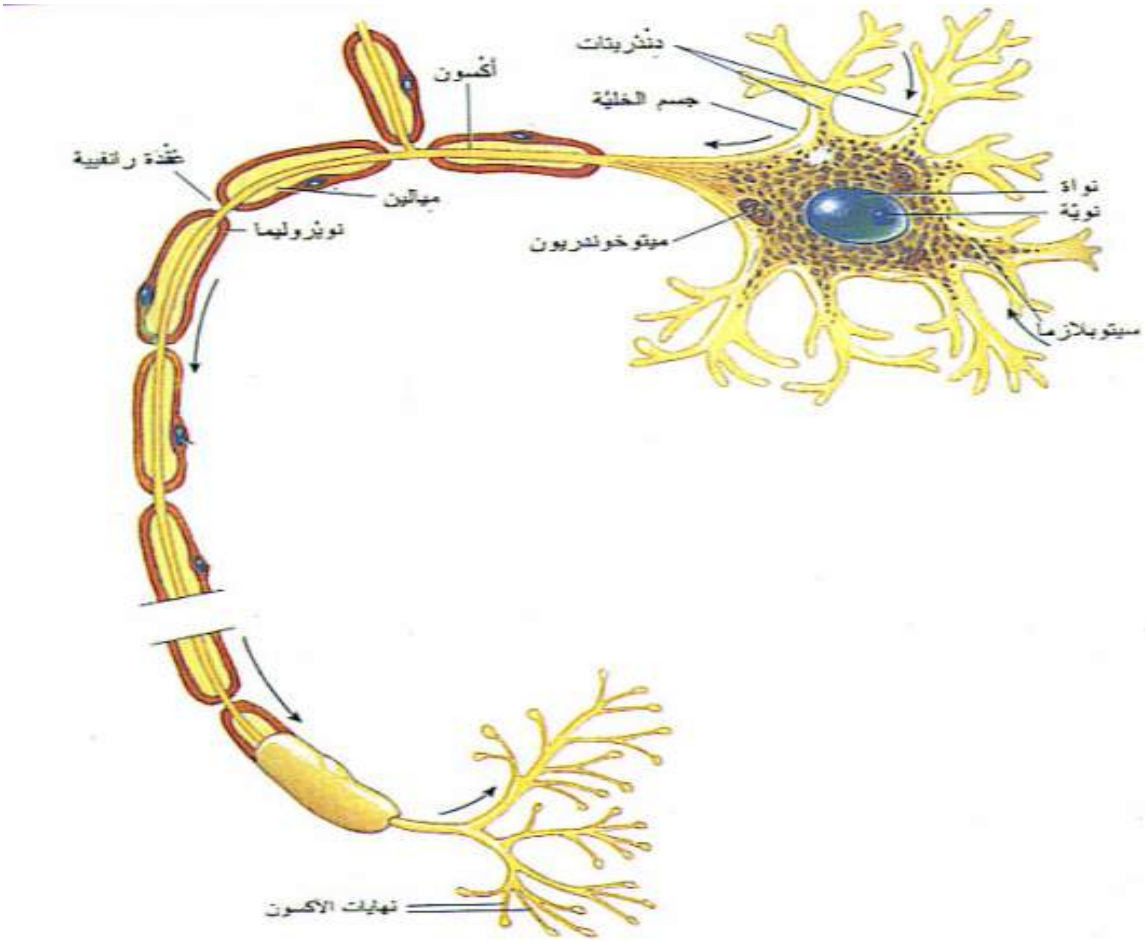
- هو عبارة عن الرد السريع والارادي الذي يبديه الجسم نتيجة تعرضه لمؤثر مفاجئ مثل وضع اليدين على وعاء ساخن.
- المسؤول عن هذا الرد هو النخاع الشوكي الذي يستقبل المحفز في المنطقة الملائمة ويتم اعطاء رد فعل ملائم والذي ينتقل في خلية عصبية حركية الى عضو **الاستجابة.**

كيف يحدث رد الفعل الانعكاسي؟



ملاحظة:

يولد الانسان مع مئة مليار خلية بعد الولادة مباشرة تبدا الخلايا بالموت وتستمر الخلايا بالموت طيلة حياة الشخص،لكن كمية التشابكات العصبية بين الخلايا العصبية تزداد يوما بعد يوم مما يسبب في تطور الدماغ بالرغم من نقصان عدد الخلايا.



كيف يتم الاتصال بين الخلايا العصبية؟

هنالك وسيلتين من الاتصال عند الخلايا العصبية:

1- اتصال كهربائي.

2- اتصال كيميائي.

كيف ينتقل المحفز المستوعب في الدندريتات؟

المحفز يترجم الى سيالات عصبية.

ما هو السيال العصبي؟

السيال العصبي هو شبيه بتيار كهربائي والذي ينتقل بسرعة شديدة على امتداد مبنى الخلية العصبية.

ينتج السيال العصبي في اعقاب تهيج يغير الجهد الكهربائي على جانبي غشاء الخلية.

كيف يتم انتقال السيال العصبي من خلية عصبية الى خلية اخرى؟

عندما يصل السيال العصبي الى اطراف الاكسون فان المعلومات تنتقل الى خلية الهدف التي قد تكون خلية عصبية او خلية غدة او خلية عضلة بوسائل كيماوية المفترق الذي تمر فيه المعلومات من خلية عصبية الى اخرى يسمى التشابك العصبي (الصفيحة العصبية).
عندما يصل السيال الى اطراف الاكسون يتم افراز مادة خاصة من اكياس سينابسية هذه المادة تدعى بالمادة الناقلة وتفرز الى الفسحة (الصفيحة العصبية) الموجودة بين خليتين عصبيتين ومن هنالك تصل الى غشاء الخلية المستقبلة بالانتشار في غشاء الخلية المستقبلة توجد مستقبلات تتعرف على الناقل العصبي الذي افرزته الخلية السابقة وترتبط به نتيجة عملية الارتباط بين المستقبلات في غشاء الخلية المستقبلة مع الناقل العصبي فانه يتولد سيال عصبي وهكذا تنتقل المعلومات بين الخليتين اذا كانت خلية الهدف خلية عضلة او غدة فنتيجة ربط المستقبلات للناقل العصبي يثير رد الفعل في خلية الهدف مثلا في خلية العضلة قد يكون رد الفعل انقباض خلية العضلة.

كيف تعود فعالية التشابك العصبي الى الوضع الطبيعي؟

لكي ترجع (الصفيحة العصبية) الى ما كانت عليه قبل ذلك يجب وقف عمل المادة الناقلة (الاستيل كولين)،اذ يكون هناك انزيم يدعى **استيل كولين استراز** وهو يعمل على تحليل الناقل الكيميائي استيل كولين وبالتالي ارجاع (الصفيحة العصبية) الى ما كانت عليه قبل ذلك.

ماهو غاز الاعصاب

هو عبارة عن مركب فوسفورعضوي هذا المركب يعمل على منطقة التشابك العصبي حيث يرتبط بالانزيم استيل كولين استراز الذي يحلل مادة استيل كولين ويمنع منه تحليل هذه المادة التي تنطلق من نهايات الاكسون وترتبط بدندريتات الخلية المجاورة وبالتالي لا تتوقف عن العمل مما يؤدي الى انقباض مستمر للعضلات وافراز مستمر من قبل الغدد وفي نهاية المطاف تتعب العضلات مما يؤدي الى الموت نتيجة توقف عضلات التنفس عن العمل.

التدريب الرياضي في البيئات المختلفة.

إن عملية التدريب الرياضي في ظروف وبيئات مختلفة عن البيئة الطبيعية تحوطها العديد من المشكلات ومن أهمها أهمية تقنين الحمل الرياضي الذي يتناسب مع الحالة الوظيفية والبدنية والمناخية في آن واحد، ونتيجة الظروف المناخية المرتبطة بالبيئة المقام عليها البرامج التدريبية من حيث أنها تتميز بالارتفاع عن سطح البحر وما يعقبها من تغير في الضغط الجوى وتأثيره على قدرة الرياضيين من حيث نقص الأوكسجين وعدم القدرة على أداء الأحمال التدريبية، فقد اختلف أراء الكثير من العاملين في مجال البحث العلمي في تحديد البرامج التدريبية المستخدمة في المرتفعات ، فاتفق كل من محمد عبد الغني عثمان عن بانتله (1994)، أبو العلا عبد الفتاح (1998) ؛ على أن أفضل البرامج التدريبية هي التي يتم التركيز فيها على حجم التدريب مع خفض الشدة عما هو متبع على مستوى سطح البحر، ثم تبدأ بعد ذلك الشدة بالارتفاع التدريجي وذلك لرفع مستوى نشاط الجهاز الدوري التنفسي

أن الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب قدرة هوائية أي التي تتطلب عنصر التحمل (كالمسافات الطويلة والمتوسطة في رياضات الجري والسباحة والدراجات والتزلج) تتأثر سلباً بالمرتفعات كما حدث في الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨ م في (مكسيكو سيتي) على ارتفاع ٢٣٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر(، حيث لم يتم تحطيم أي رقم قياسي في أي من السباقات التي تدوم أكثر من دقيقتين ونصف الدقيقة في تلك الدورة، أما في الرياضات التي تستغرق وقتاً قصيراً (أقل من دقيقة) فالمعتقد أن تأثير المرتفعات على الأداء البدني يعد ضئيل، بل أن كثافة الهواء المنخفضة تعمل على التقليل من مقاومة الهواء للرياضي، خاصة في مسابقات الوثب والعدو.

تأثير المرتفعات على القدرة الهوائية القصوى (Maximum Aerobic Power) .

تتأثر القدرة الهوائية القصوى (VO2 max) سلباً بالمرتفعات حيث تشير الدراسات العلمية إلى أن القدرة الهوائية القصوى يحصل فيها فقداناً يصل إلى ٥,٣ % لكل صعود ٣٠٥ متر أعلى من ارتفاع ١٥٠٠ م فوق مستوى سطح أي أن مقدار الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى يبلغ حوالي ١٢ عند الصعود إلى مستوى ٢٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر .(على أن البعض يعتقد أن الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى قد يكون على صورة أشد من ذلك.

ويحدث الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأوكسجين) والذي يعبر عن القدرة الهوائية القصوى (بسبب الانخفاض في الضغط الجوي للهواء، وما يعقبه من انخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين، كلما ارتفعنا عن

سطح البحر .إن انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين يؤدي إلى خفض ضغط الأوكسجين في الحويصلات الرئوية، وبالتالي انخفاض نسبة تشبع الدم الشرياني بالأوكسجين) الدم المغادر الرئتين(، وبطبيعة الحال هذا يترجم إلى انخفاض في الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب عنصر التحمل) مثل جري مسافة ١٥٠٠ م فأكثر ولتوضيح ذلك تجدر الإشارة إلى أن كثافة الهواء تنخفض مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، فالضغط الجوي للهواء عند مستوى سطح البحر يبلغ ٧٦٠ ملي متر زئبقي، لكن هذا الضغط الجوي ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر، ليصل إلى ٥١٠ ملي متر زئبقي عند ارتفاع ٣٠٤٨ متر فوق مستوى سطح البحر .أما عند ارتفاع ٥٨٤٦ متر فوق مستوى سطح البحر، فيصل الضغط الجوي للهواء إلى نصف ما هو عليه عند مستوى سطح البحر.

وعلى الرغم من أن نسبة تركيز الأوكسجين في المرتفعات تبقى كما هي عند سطح البحر (٩٣,٢٠ %)، إلا أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر نتيجة لانخفاض الضغط الكلي للهواء، حيث أن الضغط الجزئي للأوكسجين يساوي نسبة تركيز الأوكسجين والتي هي ٩٣,٢٠ % مضروباً بمقدار الضغط الكلي للهواء، وحيث أن الضغط الكلي للهواء ينخفض مع الارتفاع فنجد أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض تبعاً لذلك، أن هذا الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض عند ارتفاع ٣٠٤٨٩ متر فوق سطح البحر ليبلغ ١٠٧ مم /زئبقي.

ويعتقد أن قدرة الإنسان لا تسمح له بالعيش بشكل دائم عند ارتفاعات أعلى من ٥٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر بدون استخدام اسطوانات الأوكسجين، حيث يصبح الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني عند هذا الارتفاع أقل من ٤٠ مم /زئبقي، وعلى الرغم من ذلك تفيد بعض التقارير أن هناك بعض الأفراد تمكنوا من العيش على ارتفاع يزيد عن ٦٠٠٠ متر، إلا أن هذه الأمثلة هي الاستثناء وليست القاعدة.

التأقلم للمرتفعات:

منح الله تعالى الجسم البشري قدرة عالية على التأقلم لمختلف الظواهر ومنها المرتفعات، حيث يعيش ويعمل أكثر من ٤٠ مليون إنسان من الكرة الأرضية على ارتفاع أكثر من ٣٠٠٠ متر فوق سطح البحر وعلى الرغم من الاختلافات الواضحة في قدرة الأفراد على التأقلم على المرتفعات، إلا أنه بمجرد انتقال الإنسان إلى ارتفاع يتجاوز ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر تبدأ سلسلة من الاستجابات الفسيولوجية في الحدوث، دلالة على محاولة الجسم التكيف مع الوسط الجديد، بعض هذه الاستجابات فورية وتحدث بمجرد وصول الفرد إلى المرتفعات، والأخرى تأخذ وقتاً أطول حتى تظهر، قد تصل إلى أسابيع أو شهور، فمن مظاهر الاستجابة السريعة للعيش في المرتفعات حدوث زيادة في التنفس (فرط التهوية الرئوية) لدى الفرد، ويعزى ذلك إلى أن الانخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني عند مستوى ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر يؤدي إلى تنبيه المستقبلات الكيميائية في الجسم وفي الشريان الأبهر (والتي بدورها تؤثر على مراكز التحكم في

التنفس في الدماغ، مما ينتج عنه بالتالي زيادة التهوية الرئوية، من أجل تعويض الانخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني.

ومن مظاهر الاستجابة السريعة كذلك ما يحدث للجهاز القلبي الوعائي حيث تزداد معدلات ضربات القلب وحجم نتاج القلب في الراحة وفي الجهد البدني دون الأقصى.

ومن الآثار الواضحة أيضاً لتأثير المرتفعات على الجسم حدوث فقدان لسوائل الجسم بشكل أكبر مما يحدث عند مستوى سطح البحر، حيث يفقد الجسم كمية من الماء نتيجة للتهوية الرئوية العالية نسبياً، بالإضافة إلى ذلك فإن الهواء في المرتفعات يكون جافاً وبارداً.

أما أهم آثار التكيف الفسيولوجي البطيء الذي يحدث نتيجة للعيش في المرتفعات (من أسبوع إلى أكثر)، فيتمثل في التغيرات التي تحدث في حجم بلازما الدم والكريات الدموية الحمراء، فالملاحظ أن حجم بلازما الدم ينخفض في المرتفعات مما يجعل تركيز كريات الدم الحمراء عالياً مقارنة بمستوى سطح البحر.

بالإضافة إلى ذلك فإن عدد كريات الدم الحمراء يرتفع نتيجة للعيش في المرتفعات، حيث يزداد معدل إنتاجها من نخاع العظام، وليس من المستغرب أن تزداد كريات الدم الحمراء بنسبة أكثر من ٣٠ % عند الصعود إلى ارتفاع ٤٠٠٠ متر فوق مستوى (Hct)والهيماتوكريت (Hb) سطح البحر، ومن الملاحظ أيضاً أن نسبة الهيموكلوبين ترتفع من جراء البقاء في المرتفعات مقارنة بمستوى سطح البحر .ومما لا شك فيه أن زيادة كرات الدم الحمراء سوف يؤدي إلى زيادة السعة الأوكسجينية للدم (قدرة الدم على حمل الأوكسجين)، إلا أن الزيادة غير العادية في كرات الدم الحمراء تؤدي إلى زيادة لزوجة الدم، مما يعيق بالتالي عملية انتشار ونقل الدم في الجسم ومن مظاهر التكيف البطيء أيضاً نتيجة للمرتفعات زيادة في ميوكلوبين العضلات وكذلك زيادة في عدد المايتوكوندريا (بيت الطاقة) وارتفاع في تركيز عدد من الأنزيمات المسئولة عن عمليات إنتاج الطاقة الهوائية في الجسم أما عن المدة اللازمة للتأقلم التام في المرتفعات فالملاحظ أنها تعتمد على مقدار الارتفاع، إلا أنه بشكل عام يمكن القول أنه يلزم أسبوعين للتأقلم لارتفاعات عند أو أقل من ٢٣٠٠ متر فوق سطح البحر، ويعتقد كذلك أن التأقلم للمرتفعات يزول في ٣ أسابيع بعد العودة إلى مستوى سطح البحر

التدريب البدني في المرتفعات:

هل يمكن للتدريب البدني في المرتفعات من تحسين أداء الفرد في مسابقة لاحقة تقام عند مستوى سطح البحر؟

قبل الإجابة على هذا التساؤل يجدر بنا أن نشير إلى أن التأقلم على المرتفعات يؤدي إلى زيادة إمكانية الفرد على أداء جهد بدني عند ذلك الارتفاع وعلى الرغم من معرفتنا بأن التدريب في المرتفعات يؤدي إلى زيادة السعة الأوكسجينية للدم، إلا أن البحوث العلمية لا تدل على أن هناك أثر مساعد للتدريب في المرتفعات على الأداء البدني لمنافسة تقام عند مستوى سطح البحر، حيث أشارت العديد من الدراسات والبحوث إلى عدم حدوث تحسن في أي من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين أو في زمن الأداء البدني بعد العودة من تدريبات

المرتفعات، بل أن بعض الدراسات تظهر لنا أن التدريب في المرتفعات لا يفوق التدريب عند مستوى سطح البحر في رفع الأداء البدني في مسابقة تقام عند مستوى سطح البحر.

ولعل من أسباب عدم فعالية التدريب في المرتفعات كما تشير إليه البحوث المذكورة أنه عند ارتفاع ٢٣٠٠ متر أو أكثر فوق مستوى سطح البحر يصعب جداً على اللاعب أن يتدرب بشدة تماثل تلك الشدة التي كان يتدرب عليها عند مستوى سطح البحر، مما لا يلقي عبئاً كافياً على الجهاز العصبي العضلي لإحداث التكيف المطلوب للجهاز الأيضي في العضلات العاملة بشكل تام، على الرغم من أن التدريب في المرتفعات يجهد بشكل ملحوظ الجهاز القلبي التنفسي.

توصيات بشأن التكيف في المرتفعات:

يعتمد حدوث التأقلم التام للاعب على مقدار الارتفاع، حيث يتراوح من أسبوعين إلى ثلاثة إن لم يكن باستطاعة اللاعب أن يقضي فترة التأقلم اللازمة قبل السباق في المرتفعات، فعليه أن يجدول وصوله إلى المرتفعات قبل السباق بوقت قصير جدا بيوم واحد فيما يتعلق بالتدريب البدني، وينبغي على اللاعب المحافظة على شدة التدريب مع خفض مدة التدريب والإبقاء على التكرارات الأسبوعية.

كما ينبغي على اللاعب الإكثار من تناول السوائل وخاصة الماء حيث يتم فقده سهولة في المرتفعات نتيجة للتنفس المتزايد ، فظلا عن أن زيادة الهيموجلوبين لا تؤدى إلى زيادة الإمداد الأوكسجين نظراً لأن العضلات هي المسئولة الأساسية عن مقدار الأكسوجين المستهلك ويرتبط ذلك بقدرة العضلات على استخلاص الأوكسجين الوارد إليها مع الدم وبذا فإن زيادة قدرة العضلات على استخلاص كمية اكبر من الأوكسجين أكثر فاعلية من زيادة حجم الهيموجلوبين الذي يحمل إليها الأوكسجين، حيث يمكن للعضلات أن تعوض نقص الهيموكلوبين بزيادة استخلاص الأوكسجين. وقد دلت الدراسات على أن زيادة الهيموكلوبين والكرات الحمراء عن المستوى العادي عند التدريب في المرتفعات تكون لتعويض نقص الضغط الجزئي للأوكسجين في الهواء الجوى، وهذه الزيادة لها تأثيرها على مستوى الأداء، إلا أن تأثير ذلك عند التدريب في مستوى سطح البحر على مستوى الأداء ما زال موضع البحث . وقد دلت نتائج دراسة أكبلوم (1968)على انخفاض نسبة تركيز الهيموكلوبين لدى لاعبي الجري مسافات طويلة حيث بلغت 14.3%، بينما بلغت لغير الرياضيين 15% ، إلا أننا يجب أن نفرق دائماً بين مقدار الهيموكلوبين الكلى في الدم وبين نسبة تركيز الهيموكلوبين في 100 مللي لتر من الدم حيث أن زيادة أو نقص مقدار الهيموكلوبين الكلى هي العامل الهام، وقد تحدث هذه الزيادة أو النقص دون أن تعطى الصورة الحقيقية من خلال نسبة تركيز الهيموجلوبين لأن هذه النسبة ترتبط بعامل زيادة حجم الدم الكلى والذي يتم عن طريق زيادة حجم الكرات الحمراء والبلازما، فإذا ما تمت هذه الزيادة بصورة متوازية فإن نسبة تركيز الهيموجلوبين تبقى كما هي لا تتغير في الوقت الذي حدثت فيه زيادة فعلية في حجم الهيموكلوبين الكلى بالدم، وقد لاحظ أكبلوم وآخرون 1972 زيادة في حجم البلازما بدرجة أزيد نسبياً من

الكرات الحمراء تحت تأثير التدريب الرياضي ونتيجة لذلك تنخفض نسبة تركيز الهيموجلوبين في الدم نتيجة زيادة حجم البلازما بالنسبة الهيموكلوبين وليس نتيجة لنقص الهيموكلوبين، وبناء عليه فقد تظهر حالة تسمى الأنيميا الكاذبة أو يطلق عليها أحياناً الأنيميا الرياضية، إلا أنه يجب عدم التسرع في تشخيص هذه الحالة قبل التأكد من حدوث الزيادة الوظيفية لبلازما الدم بالنسبة للكرات الحمراء.

وقد ركزت معظم الدراسات على تأثير التدريب الرياضي على كرات الدم الحمراء والهيموكلوبين نظرا لأهميتها بالنسبة للتحمل بينما لم يتم التركيز على تأثير التدريب الرياضي المنتظم على الكرات البيضاء، وقد يرجع ذلك لارتباط الكرات الحمراء والهيموكلوبين بعنصر التحمل نظرا لدورهما في نقل الأوكسجين إلى العضلات العاملة، إلا أن دور الكرات البيضاء لا يقل أهمية بالنسبة للرياضي نظرا لما تقوم به من دور هام في مقاومة الأمراض والتي كثيرا ما يصاب بها اللاعب في موسم المنافسة وبذا يفقد لياقته وينخفض مستواه الرياضي، وقد اهتمت دراسات قليلة بتأثير التدريب الرياضي المنتظم على الكرات البيضاء وعلى المناعة حيث قام ماتفينكو Matvinko 1979 بدراسة تتبعيه لمتغيرات مكونات الدم لدى أفراد المنتخب القومي السوفيتي في الفترة من 1962 إلى 1974 ودلت نتائج الدراسات على زيادة الكرات الحمراء والهيموجلوبين خلال سنوات الإعداد الأولى، ثم عدم تغيرها بعد ذلك، بينما استمرت الزيادة بعد ذلك في السنوات التالية بالنسبة لكرات الدم البيضاء لدى اللاعبين المتفوقين بينما حدث عكس ذلك بالنسبة لغير المتفوقين، إلا أن الزيادة أو النقص كانت دائما في حدودالعددالطبيعي.

وما زالت نتائج الدراسات متضاربة حول تأثير التدريب البدني المنتظم على عدد الكرات البيضاء فقد ذكر كربوفتش بناء على نتائج دراسة قام بها هاوكينس Hawkins 1937 عن عدم تغير عدد الكرات البيضاء إلا أنه حدثت زيادة في عدد الكرات الصغيرة من نوع النتروفيل والليمفوسايت ولا تقتصر تكيفات الدم على تلك التغيرات المرتبطة فقط بخلايا الدم ولكن يشمل ذلك أيضا تغيرات ترتبط بخصائص الدم الأخرى ويعتبر حامض اللاكتيك من أهمها لارتباطه بالتعب العضلي حيث يتأثر مستوى حامض اللاكتيك في الدم أثناء أداء النشاط البدني بعاملين أحدهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك في العضلات، والعامل الآخر هو معدل التخلص منه وأي زيادة أو نقص في ذلك لها تأثيرها على نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم ، وعندما تبلغ هذه النسبة درجة معينة من التركيز تحدث حالة "الحمضية Asidosis "وينخفض معدل إنتاج الطاقة اللاهوائية وبالتالي تنخفض سرعة الأداء الحركي وقوته ويزداد الشعور بالألم، ولذا فإن التدريب الرياضي يؤدى على تقليل معدل إنتاج حامض اللاكتيك في العضلات عند أداء نفس الحمل البدني كما يزيد سرعة التخلص من حامض اللاكتيك بالإضافة إلى زيادة تحمل اللاعب الألم الناتج عن زيادة حامض اللاكتيك.

ماذا يحدث في تدريب المرتفعات ...؟؟

الكثير من مدربينا يلجأ الى التدريب في المرتفعات وخاصة في الرياضات التي تحتاج الى تطوير القابلية

الهوائية وزيادة السعة الرئوية كل ذلك ينصب لرفع مستوى الاستهلاك القصوى للأوكسجين . لكن السؤال ما الذي يحدث في المرتفعات كي تزداد كفاءة القدرةالأوكسجينية...؟؟

ان التدرب في المرتفعات يكون في حالة نقص الاوكسجين وذلك لانخفاض الضغط الجوي وانخفاض الضغط الجزيئي للأوكسجين وهذا ما سيشعر به الرياضي من خلال صعوبة التنفس والضيق مما سيرسل ايعازات الى الجهاز العصبي بحاجته الى الأوكسجين والجهاز العصبي وتحديدا الدماغ سيقوم بدوره بار سال الأوامر الى المراكز المسؤلة على توفير الأوكسجين وبما ان الدم هو المسئول على نقل الاوكسجين فبالتالي سيحتاج الى كميات اضافية لتساعده على نقل كمية اكبر من الأوكسجين وهذا سيؤدي الى إصدار امر الى الكليتين لافراز هورمون (EPO) المسئول على بناء كريات الدم الحمراء لذالك سيتجه مباشرتا الى العظم وتحديدا في النخاع فيتم انتاج كريات دم حمراء إضافية تساهم في زيادة القابلية الأوكسجينية.

وهناك تكيف اخر يظهر في هذا النوع من التدريب وهو ان الرياضي يؤدي جهدا في منطقة ضغط واطئ مما يسبب في الضغط على الأوعية الدموية وهذا يؤدي الى مقاومة الأوعية لهذا التضييق لتعمل على توسعها وهذا تكيف اخر يؤدي الى زيادة القابلية الأوكسجينية لذلك نرى ان التدريب في المرتفعات يعمل تحت ضغطيين هما قلة الأوكسجين وانخفاض الضغط الجوي.

وهناك ملاحظة في تدريب المرتفعات وهي ان التدريب يكون بمنطقة ابرد من التدريب في الأراضي المستوية وهذا يؤدي الى استنشاق هواء اكثر برودة وأكثر جفافا لذلك سيحتاج هذا الهواء الى عامل مرطب وسيتم هذا من خلال المواد المخاطية الموجودة في الأنف لكن استمرار الترطيب سيعمل على نفاذ المواد المخاطية وبالتالي سيدخل الهواء مباشرتا دون ترطيب او تصفية اي سيدخل الى الجوف مع الغبار والشوائب وهذا غير جيد، وهنا يجب تناول السوائل بدرجة اكبر لتعويض النقص الحاصل في المواد المخاطية.

وفي الختام اود ان اذكر ان عملية التكيف الحاصلة تحتاج الى 14 يوما كحد ادنى لحصول التكيف وذلك طبعا بعد تحديد مستوى الارتفاع.

التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية

1 ـ زيادة قدرة العضلة على تكوين ATPهوائياً ولا هوائي (كوري، كريبس)

2ـ زيادة قدرة التمثيل الغذائي

3ـ -زيادة كمية الكلايكوجين المخزون في العضلات.

4ـ زيادة نشاط الإنزيمات المكونة ل (LDH , PFK , CPK) ATP

5ـ زيادة معدل التنفس يزداد بمقدار (1-3) أضعاف

6ـ زيادة في حجم الضربة كرد فعل للنقص الحاصل في الضغط النسبي للأوكسجين وزيادة لزوجة الدم.

7 ـ زيادة عدد الكريات الدم الحمراء نتيجة نقص O2وتصل إلى (8) مليون / ملليمتر.

8 ـ زيادة بلازما الدم زيادة كمية O2 المنقول .

9 ـ زيادة كمية الهيموكلوبين نتيجة نقص O2 في الدم وزيادة عدد كريات الدم الحمراء .

10 ـ زيادة في لزوجة الدم نتيجة زيادة عدد كريات الدم الحمراء

11 ـ زيادة في الشعيرات الدموية للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي لO2.

12 ـ زيادة في بيوت الطاقة للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي ل O2.

13ـ تكيف في الجهاز العضلي نتيجة زيادة بيوت الطاقة نشاط الأنزيمات لإعادة- ATP.

14 ـ نقص في البيكربونات نتيجة زيادة معدل التنفس .

التدريب الرياضي في الجو الحار

يؤدي الجو الحار والرطوبة حتى في حالة الراحة إلى اختلال قدرة الجسم على المحافظة على درجة حرارة البيئة الداخلية للجسم للأنسجة والخلايا ، وتؤدي تدريبات التحمل إلى زيادة سرعة ظهور هذه التأثيرات المؤلمة لزيادة الحرارة ، وليس ذلك نتيجة لما تنتجه العضلات من حرارة أثناء عملها بالإضافة إلى حرارة الجسم ولكن أيضا التغيرات التي تحدث في الدورة الدموية التي تصاحب التدريبات العنيفة مما يؤدي إلى نقص قدرة الجسم على التخلص من الحرارة الزائدة، وهناك بعض اللاعبين لا تعتبر زيادة لحرارة معوقا لهم ومن هؤلاء اللاعبين، لاعبي العدو 100م لمرة واحدة ودفع الجلة ، ورفع الأثقال لمرة واحدة ، إلا أن تكرار هذه الأنشطة الرياضية عدة مرات أثناء جرعة التدريب في الجو الحار و زيادة الرطوبة يمكن بسهولة أن يؤدي إلى فشل الجسم في تنظيم درجة حرارته

وتقل درجة الحرارة لتحمل الإناث للأداء في الجو الحار عنها في الذكور وقد لا يرجع ذلك إلى تأثير الهرمونات الجنسية لديهن على تقليل إفراز العرق ويعاني أيضا الأشخاص المصابون بالسمنة أكثر من النحاف من الأداء الرياضي في الجو الحار.

ويتعرض الجسم خلال التدريب البدني في الجو الحار لبعض المتغيرات الفسيولوجية منها ما هو مرتبط باستهلاك الأكسجين وكفاءة الجهاز الدوري وسائل الجسم وفقد الوزن

إن ممارسة الرياضة في الجو الحار يجعل الرياضي يتعرض إلى الأخطار المحتملة لذلك يجب الأخذ في الاعتبار ما يلي أثناء التدريب في الجو الحار

1- يجب شرب الكثير من السوائل ، حتى يبقى الجسم رطبا ، ومن المفضل الماء ، ان يشرب الرياضي في الجو الحار قبل بدء التمرين بـ 15 – 20 دقيقة وكل 15 دقيقة في كافة أنحاء التمرين

2 - تنقص درجة الحرارة من شهية الفرد ، لذا يجب أن يأكل الرياضي بانتظام ، ويحاول أن يأكل وجبات الطعام الصغيرة 5-6 أوقات في اليوم ، وتتضمن الكثير من الثمار والخضار

3- يجب أن تكون الملابس واسعة ، ومن المفضل أن تكون من القطن لامتصاص العرق أثناء النشاط الرياضي.

4- عدم الاعتماد على تخفيف الوزن بزيادة العرق ، لان نقصان الوزن هنا ببساطة ما هو إلا خسارة الماء بالجسم وليس تخفيضا للوزن

5-عدم التمرين في درجة الحرارة العالية جدا والتي تسمى بالمنطقة الخطرة

6-شرب الماء أثناء السباحة ، حيث لا يعني وجود الجسم بالماء يحافظ عليه رطبا بشكل جيد.

ولقد تم إثبات أنه حين يمارس الأفراد التمرينات في درجة حرارة عالية يحدث نقص واضح في الحد الأقصى من استهلاك الأكسجين، وفي الزمن الذي يشعرون فيه بالإنهاك، وزيادة في تركيز لاكتات الدم أثناء التمرينات لفترة طويلة، وفي المقابل ففي أثناء ممارسة التمرينات في جو بارد ، فيتم توضيح أن عتبة اللاكتات تظهر متأخرة.

ومع قدوم فترة الصيف وزيادة ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الرطوبة يتعرض جسم الممارس للأنشطة الرياضية إلي مشكلات خاصة تتمثل في زيادة كمية الحرارة التي تتولد داخل الجسم وقد يؤدي انخفاض عملية التخلص منها إلي مضاعفات كثيرة وإصابات تعرف بأمراض الحرارة.

التشنج الحراري (Heat Cramp)

عندما يفقد ا لشخص كمية كبيرة من السوائل نتيجة للعرق ، فإن ذلك يؤدي إلى فقدان كمية من الصوديوم والبوتاسيوم مع العرق، وبذلك ينخفض تركيز هذين العنصرين المهمين في السوائل المحيطة بالخلايا العضلية ، مما يؤدي إلى تغيير حساسية النشاط الكهربائي في الخلايا العضلية ، مسبباً له ألم بدو ن أعراض مسبقة انقباضاً مستمراً لتلك العضلات بدون ارتخاء فإذا تزامن ذلك مع الانقباض العضلي المتكرر من جراء التدريب البدني فإن المحصلة هي حدوث ما يسمى بالتشنج العضلي الناتج عن فقدان بعض الأملاح من جراء العرق الغزير.

لعلاج: عند حدوث التشنج العضلي الناتج عن فقدان بعض الأملاح مع العرق (الصوديوم والكلوريد و البوتاسيوم بصفة رئيسية) بشكل متكرر فإن على الممارس القيام بما يلي:

الاسترخاء بعد كل تدريب أو مباراة.

- -تناول تغذية جيدة بعد التدريب البدني أو المباراة، لكي يستعيد الجسم حاجاته من المعادن الضرورية، مع الاهتمام خاصة بتناول الفاكهة والخضروات.
- -محاولة تعويض السوائل، وذلك بشرب الماء أو السوائل الأخرى قبل التدريب البدني وأثنائه ثم بعده، ولا مانع في حالة تجاوز مدة الجهد الساعة من تناول بعض المشروبات التي تحتوي على الكربوهيدرات والأملاح شريطة أن لا تحتوي على نسبة عالية من السكر (لا يتجاوز ذلك ٤-٨ %) أو نسبة مرتفعة من الأملاح (كالصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم، الخ..

الإغماء الحراري (Heat Syncope)

نتاج القلب مما يحدث نقصاً في كمية الدم المتجه إلى الدماغ، خاصة إذا كان ذلك مصاحباً لانخفاض ضغط الدم، والنتيجة هي حالة الإغماء الحراري، وغالباً ما يحدث الإغماء الحراري في بداية فترة التأقلم الحراري، قبل حدوث زيادة في حجم الدم

من جراء عملية التأقلم الحراري للجهد البدني في الجو الحار . وفي حالة حدوث الإغماء الحراري، فبالإضافة إلى تزويد الرياضي بالسوائل، ينبغي أن يستلقي على ظهره ويرفع ساقيه قليلاً عن مستوى الأرض، ليتمكن الدم من الوصول إلى الدماغ بيسر وسهولة.

الإعياء الحراري (Heat Exhaustion)

يعني عدم قدرة الجهاز الدوري و جهاز التحكم الحراري على مجابهة ارتفاع درجة حرارة الجسم نتيجة للجهد البدني في الجو الحار، وقد تصل درجة حرارة الجسم في درجة مئوية الغالب من ٣٩-٤٠ (١٠١ - ١٠٤فهرنهايت) أو أكثر،كما ترتفع ضربات القلب، وقد تنخفض كمية العرق نتيجة لحدوث جفاف في الجسم، ولذ ا فإن الشخص قد يسقط من الإعياء، أو قد لا يتمكن من إكمال التدريب أو السباق، وهذه الحالة يجب أن تؤخذ بجدية حيث من الممكن أن تقود إلى الضربة الحرارية

توصيات للمدرب في حالة التدريب في الجو الحار

1- تقليل فترة التدريب.
2- الإكثار من فترات التوقف أثناء التدريب.
3- التدريب بشكل متدرج حتى يتم التأقلم مع الجو الحار.
4- توفير كمية من السوائل في الملعب حول خطوط الأجناب في كرة القدم.
5- التوقف كل ربع ساعة في التدريب لإعطاء كمية من السوائل
6- يجب أن تحث اللاعبين على ارتداء ملابس قطنية فاتحة للون تساعد على عملية تبخر العرق
7- يمنع الناشئ من ارتداء الملابس النايلون أو البلاستيكية.
8- زيادة كمية الكالسيوم في الطعام والاهتمام بالتغذية الجيدة .

التكيف للأداء في الجو الحار

يمكن للجسم أن يتكيف على الأداء الرياضي في الجو الحار بعد التدريب من 4-14 يوما ، وبذا يقل الشعور بالألم بالمقارنة بقبل التدريب والتكيف ، ويرجع سبب ذلك إلى زيادة سرعة إفراز العرق وغزارته وزيادة اتساع الغدد العرقية وزيادة سرعة التبخر ، ويحدث التكيف للعرق بواسطة كل من تأثير التدريب وتأثير الحرارة ، حيث يجعل التدريب الرياضي الغدد الدرقية أكثر حساسية للإشارات العصبية القادمة من المخ الذي يزيد من سرعة إرسال الإشارات العصبية ، وتزيد سرعة تبخر العرق لدى المدربين أكثر من غيرهم ولا يتغير استهلاك الأكسجين أو الدفع القلبي تبعا لهذا التكيف الحراري في حالة أداء الحمل الأقل من الأقصى إلا انه يمكن ملاحظة انخفاض سرعة القلب مع انخفاض درجة حرارة الجلد لدى المدربين أكثر من غير المدربين ويدل ثبات حجم الدفع القلي مع

انخفاض سرعة القلب على زيادة حجم الضربات والسبب الأساسي في حدوث ذلك ما زال غير معروف وهناك بعض الدلائل أيضا على زيادة حجم البلازما 5 % نتيجة لزيادة التكيف مع التدريب في الجو الحار .

التدريب الرياضي في الجو البارد

يحتاج اللاعب الى عمل تمرينات الإحماء في وحدة التدريب اليومية وأيضا بداية الاستعداد للاشتراك في المباراة ، وعند أداء الإحماء يجب مراعاة التدرج من السهل إلى الصعب وتؤثر درجة الحرارة من حيث البرودة في زمن الإحماء ، بحيث يحتاج الجو البارد إلي زمن أطول في الإحماء ويستطيع الجسم المحافظة على درجة حرارته في حالة البرودة تحت الصفر نظرا لزيادة حرارته 20 مرة ضعفها أثناء أداء النشاط الرياضي العنيف وهذا يفسر عدم برودة لاعبي الانزلاق على الجليد في الأيام الباردة رغم ارتداءهم لملابس خفيفة

استجابة الجسم للتمرين في البرد

تأثير البرد على أداء التمرين يعتمد بصورة كبيرة على شدة البرد وطبيعة التمرين ، فمع تمرينات التحمل ، التعرض للبرد القارص يقلل من درجة حرارة الجسم الداخلية والقدرة الهوائية القصوى مما يضر بالأداء الرياضي ، إن التعرض للبرد المعتدل قد يحد تأثير إيجابي حيث أظهرت البحوث أن أداء تمرينات التحمل يزيد في ظروف الجو البارد وبالمعالجات مثل إعطاء اللاعب حمام بارد قبل التمرين وعلى العكس كل من الجو البارد المتوسط والشديد يمكن أن يؤثر عكسيا على الأداء في الأنشطة التي تعتمد على مستويات عالية من القوة والقدرة الهوائية مثل العدو السريع والوثب هذه التأثيرات أكثر شدة عندما تكون الظروف قاسية بدرجة كافية لتقلل درجة حرارة العضلات والتمرين الرياضي يمكن أن يتم بأمان ونجاح في الظروف الباردة بملاحظة الإجراءات الوقائية التالية -:

1**الإحماء المناسب** : في كثير من الأنشطة الرياضية وخصوصا التي تعتمد على السرعة والقدرة ،والأداء الأمثل يتطلب رفع درجة حرارة العضلة قبل المنافسة في الجو البارد، وهذه الحلة صعبة التحقيق وربما تتطلب ارتداء ملابس أثقل والتمرين بشدة أكثر أو لمدة أطول واستمرار نشاط الإحماء حتى قبل المنافسة مباشرة

2- الملابس المناسبة: عند ارتداء الرياضي الملابس للتمرين في الجو البارد يجب أن يتأكد من كفاية العزل مع بجنب تراكم العرق في الملابس ، حيث يجب عند اختيار الملابس أن تكون مريحة خلال ممارسة النشاط، ويجب ألا يزيد كمية الملابس حتى لا يؤدي إلى تراكم العرق في الملابس

3-تقدير الرياح: الرياح يمكن أن تزيد من فقد الحرارة من الجسم خلال التدريب حيث يجب على العدائين ورياضي التحمل أن يواجهوا الرياح ويسيروا معها ، ويتجنب التعرض لرعشة الرياح العالية ومنع ارتداء ملابس مبللة بالعرق.

4-منع عضة البرد : خلال التعرض للجو البارد ، أصابع اليدين والقدمين والأذنين وأنسجة الوجه ، عرضة لعضة البرد بسبب نقص تدفق الدم في هذه الأنسجة ن وهذه المناطق يجب فحصها بانتظام خلال التعرض المستمر للبرد

الوقاية من نقص درجة الحرارة بعد التمرين : نقص درجة الحرارة الداخلية هي حالة خطيرة ومميتة ، وفيها درجة حرارة الجسم تهبط أقل من الطبيعي 98.6 فهرنهايت أو 37 درجة مئوية ، وحالات سريعة من خفض درجة الحرارة الداخلية تحدث سريعا بعد التمرين في درجات الحرارة المنخفضة بسبب نقص إنتاج الحرارة مع استمرار معدل عالي لفقد الحرارة ، وتناقص درجة الحرارة الداخلية يمكن أن يتم الوقاية منه بإضافة ملابس والحركة إلي الجو الدافئ بانتهاء المنافسة أو التمرين وشرب السوائل.

التدريب في الأعماق

يعتمد بناء الفرد تحت سطح الماء على استهلاك الأوكسجين عند الاقتراب من السطح والاقتصاد في صرفه ، وهذا يتم بوساطة عدد من التكيفات الفسيولوجية

1-بطء في ضربات القلب

2-اقتصار دوران الدم على الأنسجة الحيوية فقط كالدماغ والعضلات القلبية ،إن الطاقة الضرورية للتقلص أثناء الغوص ومصدرها التنفس اللاهوائي gLycdysis مع تكون كميات كبيرة من حامض اللبنيك Lacticacid ولا يطرح هذا الحامض في الدورة الدموية إلا بعد الرجوع إلى سطح الماء حيث يتوفر الأوكسجين من جديد والضروري لتمثيل هذا الحامض

ويضاف إلى ذلك توفر العاملان وهما:

1- وجود كمية من الميوكلوبين Myoglobin في العضلات وبذلك يمكن خزن كمية أكبر من الأوكسجين فيها قبل الغوص.

2- عدم حساسية المركز التنفس Respiratory Center للانخفاض في قيمة PH الدم.

* أن الرجوع الفجائي إلى سطح الماء من عمق كبير يؤدئ إلى تجمع الغازات وخاصة غاز النيتروجين الذي ذاب في الدم بشكل كبير وذلك نتيجة لوجود الإنسان 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.

أولا : المراجع العربية

أبو العلا عبد الفتاح 1998 :بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة .

أحمد نصر الدين سيد 1993 :، فسيولوجيا اللياقة البدنية ، دار الفكر العربي ، القاهرة

بهاء الدين سلامة 2000 :فسيولوجية الرياضة والأداء البدني (لاكتات الدم) ، دار الفكر العربي ، القاهرة

عويس الجبالي 1999 :التدريب الرياضي النظرية والتطبيق ، دار GMS طباعة ، نشر ، توزيع ، إعلان . القاهرة .

رفاعي مصطفى حسين 2005 :،أصول تدريب كرة القدم ، عامر للطباعة والنشر ، المنصورة

أبو العلا عبد الفتاح 1997 :، فسيولوجيا التدريب الرياضي ، دار المعارف ، ط 12 ، القاهرة

الأستاذ الدكتور حسين علي العلي ـ جامعة بغداد – العراق

ثانيا :المواقع على شبكة الانترنت

7 http://www.kamalagsam.com/exercise/index-3.php

8 http://www.Gissiweb.com coaches corner .rosel ar yafong Norsh Csrolina .1996

http://www.badnia.net/vb/showthread.php?t=

http://www.nahiaonline.com/new_page_33.htm

http://www.aloyun.com/vb/showthread.php?p=507403

http://forum.iraqacad.org/viewtopic.php

http://www.aloyun.com/vb/showthread.php?p=507403

الطاقة المطلوبة للجسم

هى الطاقة التى يحتاجها الإنسان لحفظ نشاطاته اليومية مثل المشي، الوقوف و الجلوس ... الخ. بالإضافة الى الطاقة التى يحتاجها لإتمام العمليات الحيوية مثل الهضم و الإخراج... إلخ. كمية الطاقة الأساسية التى يحتاجها الجسم عند الراحة (تعين تبعا لحجم الجسم بالمقارنة الى مساحة سطح الجسم) و تسمى معدل الأيض الأساسي و تقاس بالكالورى، حيث أن الكالوري هو الوحدة التي تقيس كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة كيلو من الماء درجة مئوية واحدة، ونرى أن معدل الأيض الأساسي لا يتناسب فقط مع مساحة سطح الجسم و لكن أيضا مع الأجناس المختلفة ومع العمر، و بناء عليه فإن معدل الأيض الأساسي (BMR) يزداد فى الرجال عنه فى المرأة، و أيضا يزيد فى العمر الصغير عنه فى الكبير.

نظم أنتاج الطاقة في جسم الإنسان.

يحصل جسم الإنسان على الطاقة من الطعام الذي يتناوله حيث يتحول هذا الطعام الى طاقة كيميائية في وجود أوكسجين الهواء الجوي مع أنتاج ثاني اوكسيد الكاربون والماء. ومما يجب الا شارة الية الى ان الطاقة الكيميائية التي تنتج من انشطار المواد الغذائية التي يتناولها الجسم لاتستخدم بصورة مباشرة في أنتاج أي شغل ميكانيكي (انقباض عضلي) وانما تستخدم في تكوين مركب كيميائي معروف باسم ثلاثي فوسفات الادينوسين(Adenosine-tri-phosphate (ATP الذي يخزن في جميع الخلايا واستخدامه لإنتاج الطاقة عند قيام الخلايا بالوظائف الحيوية.

هناك علاقة وثيقة مابين انتاج الطاقة من جهة والتغذية وشدة التدريب وطول الاداء من جهة اخرى، حيث تختلف الأنشطة الرياضية في متطلباتها للطاقة وحسب خصوصية الفعالية فهناك فعاليات تحتاج الى طاقة كبيرة في فترة زمنية قصيرة جدا مثل العدو السريع او العاب الرمي والقفز بينما تحتاج فعاليات اخرى الى طاقة كبيرة ولفترة زمنية طويلة حسب نوع الأداء كالمارثون وهنا يتوجب على الجسم امداد العضلات العاملة بالطاقة طيلة فترة الاداء للايفاء بمتطلبات الجهد وبالتالي انجاز الهدف المحدد، من هذا لابد من وجود نظام متخصص يقوم بتجهيز الجسم بالطاقة الكيمائية على شكل ATP حسب نوع الجهد.

ماهية ثلاثي فوسفات الاديونوسين(Adenosine-tri-phosphate (ATP

هو عبارة عن مركب كيميائي غني بالطاقة ويوصف بأنة مصدر الطاقة المباشر في كل الخلايا الحية وكما اشرنا الى ان الخلايا لاتستخدم الغذاء بشكل مباشر في أنتاج الطاقة وإنما تستخدم في بناء وإعادة تكوين ثلاثي فوسفات الادينوسين في العضلات.

وتكمن الطاقة المختزنة في مركب ATP في الروابط الكيميائية التي تربط مركبات هذا المركب مع بعضها البعض، وعندما تتفكك هذه الروابط تنطلق طاقة كيميائية كبيرة يستخدمها الجسم وقت الحاجة.

ويتركب ال ATP من جزيُ (أدنينAdenine) وجزيُ (ريبوزRibos) والاثنان معاً يسميان (أدينوسين Adenosine) ويتحد الادينوسين هذا مع ثلاث مجموعات من الفوسفات Phosphate ، بحيث تتكون كل مجموعة من هذه المجموعات الثلاث من ذرات من الفسفور والأوكسجين(Po3)

Adenosine ---------- Po3 +Po3+Po3 ----------ATP

ويلاحظ ان كمية الطاقة في ثلاثي فوسفات الادينوسين توجد مختزنة في الرابطتين الكيمائيتين التي تربط ثلاث مجاميع الفوسفات مع بعضها البعض، والذي يعبر عنها بالرمز ( ) وتسمى كل رابطة كيميائية باسم رابطة فوسفورية ذات محتوى عال من الطاقة.

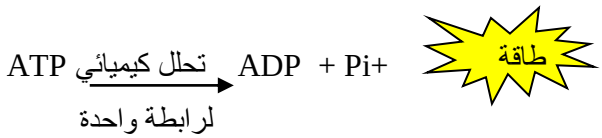
أهمية ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP كمصدر للطاقة.

يعد الـ ATP المصدر المباشر للطاقة في الجسم وهذه الطاقة تستخدم في العمر البايلوجي على النحو التالي:

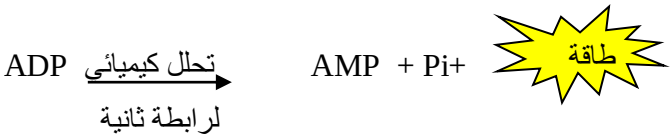
القيام بعملية التنفس
حدوث دورة الدم في الجسم
نشاط الهضم والامتصاص
النشاط العصبي
إفرازات الغدد الصماء
النشاط العضلي (انقباض العضلات)
بناء أنسجة جديدة

كيف يتم الحصول على الطاقة من الـــATP

عندما تتكسر رابطة كيميائية واحدة ( ) بين مجموعات الفوسفات الثلاث في مركب الـ ATP يتحول الـ ATP الى ADP وفوسفات وطاقة



ويلاحظ ان كمية الطاقة الناتجة من تكسير رابطة واحدة من الرابطتين التي توجد بين المجموعات الثلاث في الـ ATP تعطي طاقة صغيرة نسبيا ولكن يمكن ان تتكسر الرابطة التي بين مجموعتي الفوسفات في ثنائي فوسفات الادينوسين (ADP) فيتحول إلى أحادي فوسفات الادينوسين وفوسفات وطاقة وكالتالي:



وتستخدم الطاقة المنبعثة نتيجة تكسير الرابطتين الكيميائيتين في ATP للقيام بالوظائف الحيوية في الجسم ومما يجب الإشارة إلية إلى أن هذا المركب يخزن في الخلايا وخصوصا خلايا العضلات الهيكلية الإرادية ومما يجب الإشارة إلية أيضا إلى أن مخزون هذا المركب قليل جدا لذلك فأن كمية الطاقة الناتجة عنه تكون محدودة للغاية ولذلك فهي تستخدم بصورة مباشرة في النشاط العضلي في بعض الأنشطة مثل:

- مسابقات العدو
- أنشطة الوثب
- أنشطة الرمي
- رفع الأثقال

وعلى الرغم من ان مخزون ال ATP في العضلات قليل جدا الا ان قيمته الحقيقية تكمن في:

- أنتاج طاقة كبيرة وسريعة
- لايحتاج توليد الطاقة الى أوكسجين الهواء الجوي
- يعتبر من مصادر الطاقة الأساسية في الأنشطة الرياضية التي يستغرق أدائها ثوان قليلة.

مخزون ال ATP في العضلة.

ان مخزون ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP في العضلة يعد قليلاً جداً فهذا المخزون لا يكفي لإمداد العضلات بالطاقة اللازمة لها لكي تعمل (تنقبض) الا لثوان قليلة جدا، ومن ثم فان **الجسم تكون لدية القدرة على أعادة تصنيع (تخليق) هذا المركب الكيميائي الهام داخل العضلة بنفس السرعة التي يتكسر بها هذا المركب** وبطبيعة الحال فان أعادة تصنيع هذا المركب الكيميائي مرة أخرى يتطلب وجود مصدر للطاقة لاستخدامها لإعادة تصنيع هذا المركب.

كيف تتزود العضلات بثلاثي فوسفات الادينوسينATP

تتزود العضلات الهيكلية الإرادية بثلاثي فوسفات الادينوسين ATP وفقاً لثلاث نظم تستهدف أعادة تصنيع (تخليق) ال ATP في العضلات الإرادية، وهذه النظم الثلاثة هي:

- نظام فوسفات الكرياتين وثلاثي فوسفات الادينوسين (النظام الفوسفاجيني)
- نظام حامض اللاكتيك (او مايعرف بالجلكزة اللاهوائية)
- النظام الاوكسجيني (الجلكزة الهوائية)

☚ أولا:- نظام ATP-CP (النظام الفوسفاجيني اللااوكسجيني)

ان ATP-CP مادة مخزونة في عضلات الجسم والتي يمكن استخدامها بشكل سريع اثناء العدو او النشاط البدني وذلك من خلال بعض التفاعلات الكيميائية السريعة ومما يجب الاشارة الية الة ان كمية ATP تقدر بـ (4-6) ملي مول / كغم – عضلي، في حين تبلغ كمية CP في العضلات بـ (15-17) ملي مول/كغم عضلي.

مميزات هذا النظام:-

1- يعمل هذا النظام لاهوائيا أي يتم تحرير الطاقة بغياب الأوكسجين.

2- يعمل هذا النظام في بداية كل الانشطة البدنية والفعاليات الرياضية التي تتميز بالشدة العالية والزمن القصير.

3- يعتمد هذا النظام على مخزون ATP-CP في العضلات عند تحرير الطاقة.

4- فترة دوام هذا النظام قصير جدا تتراوح من (4-25) ثانية.

5- الطاقة المنتجة من هذا النظام قليلة قياسا بالأنظمة الأخرى.

ATP ⟶ AD P + PI + طاقة ⟶ طاقة حرارية (65-70%)

طاقة حركية (30-35%)

CP ⟶ PI + C + طاقة

PI + ADP ⟶ ATP

☚ ثانيا:- نظام حامض اللاكتيك (أو مايعرف بالجلكزة اللاهوائية).

يستخدم هذا النظام الكلايكوجين المخزون في الجسم (العضلات والكبد والدم) بدون وجود الأوكسجين اذ يتحول بفعل بعض الأنزيمات الى شكل ثاني يعرف بالكلوكوز الذي يدخل في تفاعلات كيميائية لغرض أعادة تخليق جزيئه ATP وبالتالي أنتاج الطاقة.

<u>مميزات هذا النظام :-</u>

1- لا يعتمد على الأوكسجين لتحرير الطاقة.
2- الكربوهيدرات هي المصدر الأساسي لعمل هذا النظام.
3- يؤدي الى تراكم حامض اللاكتيك في العضلات.
4- يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية وبفترة عمل طويلة نسبيا تتراوح مابين (30ثانية –3 دقيقة).
5- يحتاج الى مجموعة من التفاعلات الكيميائية.
6- كمية الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياسا الى النظام الثالث.

كربوهيدرات
↓
$C_6H_{12}O_6$
↓
$C_3H_4O_3$ ⟶ $H_2O + CO_2 +$ ENERGY (ATP36 عندما يمر بدورة كربس) $+O_2$

حامض البيروفيك
↓ $-O_2$
حامض أللبنيك

$C_3H_6O_3$

☚ ثالثا:- النظام الاوكسجيني (الجلكزة الهوائية).

يعتمد هذا النظام على تحليل الكلايكوجين والدهون ونسبة ضئيلة من البروتين بوجود الأوكسجين.

<u>مميزات هذا النظام:</u>

1- يعتمد على الأوكسجين.
2- يعمل في الفعاليات ذات الشدة القليلة والمتوسطة ولفترة تتراوح مابين (3دقيقة – 3 ساعات).
3- تستخدم الكربوهيدرات لإنتاج الطاقة بوجود الأوكسجين كما في المعادلة التالية :

$$C6H12O6 + 6O2 \longrightarrow 6CO2 + 6H2O + ENERGY\ 36ATP$$

4- تستخدم الدهون لإنتاج الطاقة وكما في المعادلة التالية:

$$C12H32O2 + 32O2 + 129ADP \longrightarrow 16CO2 + 16H2O + 129\ ATP$$

5- الطاقة المتولدة من هذا النظام كبيرة جدا حيث ان الجريئة الواحدة من الكلوكوز(C6H12O2) تعطي 36 جزيئه ATP في حين نفس جزيئه الكلوكوز تعطي 2 جزيئه ATP في نظام حامض اللاكتيك.
6- تحرير الطاقة في هذا النظام تحتاج الى فترة زمنية أطول من بقية الأنظمة ويحتاج الى تفاعلات كيميائية معقدة .
7- تحدث هذه التفاعلات في بيوت الطاقة (المايتوكوندريا)

الطاقة عند الرياضيين:

احتياجات الرياضي من الطاقة أعلى منها للشخص العادي يجب أن نوفر له مخزون من الطاقة متوازن مع المجهود البدني الكبير الذي يبذله تتأثر الطاقة المصروفة بالوراثة والعمر والجنس وحجم الجسم وكتلته الجسم غير الشحمية وشدة وتكرار ومدة التمرين فإذا كان هناك من توصيات غذائية للرياضيين فلابد من التعرف على نوع التمرين المؤدي من حيث الشدة والتكرار والمدة وإضافة ذلك إلى الطاقة المستهلكة المطلوبة خلال أنشطة اليوم الإعتيادي وبصفة عامة تتراوح احتياجات بعض الرياضيين الذكور ما بين 3500 – 6000 كيلو كالوري يوميًا

وتنقسم الطاقة التي يحتاجها جسم الإنسان إلى قسمين

1- **طاقة أساسيه**: وهي التي يحتاجها جسم الإنسان لنشاطاته الغير إرادية مثل دقات القلب والتنفس وحركة الأمعاء وغيرها وعادة ما تعادل:

- 50 -70% من إجمالي الطاقة اليومية التي يحتاجها الشخص النشيط جدا.
- 40- 50% إذا كان الشخص متوسط النشاط.
- 30- 40% إذا كان الشخص غير نشيط.

2- **طاقة النشاط والحركة**: وهي التي تنتج عن استخدام الإنسان لها خلال يومه كالمشي والسباحة والحركة بصفة عامه.

الطاقة المطلوبة للجسم

العمـــر	BMR
8 أعوام	Cal/m²/ hour 51.8
16 عام	Cal/m²/ hour 45.7
65 عام	Cal/m²/ hou 30.0

- فإذا افترضنا أن الطاقة الزائدة التي يحتاجها الجسم للنشاطات الحركية 1000 كالورى مضافة أليها معدل الأيض الأساسي 1728 كالورى/ يوم يكون مجموع ما يحتاجه الجسم من الطاقة 2728 كالورى / يوم.

- **الطاقة المستهلكة لكل نشاط**

النشاط الجسدي	الطاقة المستهلكة وحدة حرارية ساعة	النشاط الجسدي	الطاقة المستهلكة وحدة حرارية ساعة
النوم والاستلقاء	90	الايروبك	546
الجلوس	84	أعمال الحديقة	323
الكتابة جلوساً	114	التنس	312
ركوب الدراجة (5 متر / ساعة)	174	ركوب الخيل	246
نط الحبل	750	الأعمال المنزلية الخفيفة	246
التزلج على الجليد	384	السباحة (20 يارده /دق)	288
كرة الطائرة	264	كرة القدم	498
كرة السلة	450	الجري (7متر / ساعة)	1280
الهرولة (6متر / ساعة/	654	المشي (2متر / ساعة)	240
(7متر / ساعة)	920	(3متر /ساعة)	320

التغذية

كثيرا ما يتناول الإنسان غذاءه بحكم العادة إشباعا لغريزة الجوع عنده أو اشتهاء لطعام يحبه، دون الاهتمام بالتعرف على ماهية هذا الغذاء أو أثره في جسمه، ولا شك في أن الإنسان يحتاج إلى أن يعرف:

لماذا يأكل؟ وماذا يأكل ؟ ومتى يأكل ؟ وكم يأكل ؟ وكيف يأكل؟ حتى يحفظ لجسمه الصحة والعافية، وهذا يتطلب فهماً لمعنى التغذية وأهميتها.

فالتغذية ببساطة شديدة، هو حصول جسم الكائن الحي على مواد غذائية تتحول بعد هضمها وامتصاصها وتمثيلها إلى مواد مشابهة لتركيب المادة الحية في خلايا هذا الجسم، وقد ينتفع الجسم بهذه المواد لتوليد الطاقة التي تبقي على حيويته ونشاطه، أو يستخدمها في عمليات النمو وتجديد الخلايا، أو في المحافظة على صحة أجهزته وحسن أدائها لوظائفها .

وتؤدي التغذية السليمة دورًا مهما في الحفاظ على صحة الإنسان بشكل عام والرياضي بشكل خاص حيث تكتسب التغذية الصحية دورًا أكثر أهمية عندما يتعلق الأمر بذلك الرياضي حيث أكدت البحوث العلمية خلال العشرون سنة الماضية على أهمية وفوائد التغذية السليمة وتأثيرها الإيجابي على الأداء الرياضي، حيث لايوجد أدنى شك أن ما يأكله ويشربه الرياضي سوف يؤثر على صحته ووزن وتركيب جسمه ومصادر الوقود فيه خلال التمرين وبعده وبصورة أكبر أثناء المنافسات الرياضية، ذلك أن التغذية المثلى تحسن النشاط البدني والأداء الرياضي والاسترداد من الجهد البدني.

وعلية فأن الغذاء المنتقى بعناية للرياضي له العديد من الفوائد كالاستفادة المثلى من التدريب، وتحسين الاستشفاء من التدريب والمنافسة، وتحقيق الوزن وتركيب الجسم المثالي، وتقليل مخاطر الإصابة والمرض وزيادة الثقة بالنفس أثناء المنافسة، وثبات المستويات العالية المحققة أثناء المنافسات.

النظام الغذائي

- يرتكز أي نظام غذائي متوازن على ركيزتين أساسيتين هما:

1- التنوع الغذائي

2- التوازن الغذائي

التنوع الغذائي

- احتواء الوجبة الواحدة قدر الإمكان على جميع العناصر الغذائية من الهرم الغذائي (مجموعة الحليب ومشتقاته، مجموعة اللحوم وبدائلها، مجموعة النشويات والسكريات، مجموعة الخضروات ،ومجموعة الفواكه).

التوازن الغذائي

تناول الشخص وجباته الغذائية بالكميات التي يحتاج إليها جسمه بلا زيادة ولا نقصان، ويتم تقدير ذلك وفق:

- الطول
- الوزن
- العمر
- المجهود المتمثل بالطاقة المبذولة
- الحالة الصحية
- العوامل الوراثية وغير ذلك من العوامل المعتبرة

ملاحظة: الاحتياجات الغذائية لكل رياضي تختلف من حيث:

نوع وشدة الرياضة.

العمر والجنس.

نوع الغذاء وحاجة الجسم منه:

الغذاء أنواع عديدة مختلفة، يمكن تصنيفها بطرق عدة تبعاً لمصدرها أو وظيفتها أو تركيبها الكيميائي وهناك تصنيف يقسم عناصر الغذاء إلى ثلاث مجموعات أساسية هي: الكربوهيدرات والدهون والبروتينات، ويوجد عادة في المواد الغذائية إلى جانب المجموعات الثلاث الأساسية المذكورة ثلاث مجموعات أخرى هي: الأملاح المعدنية، والفيتامينات، والماء

العناصر الغذائية

تقدر العناصر الغذائية حوالي 50 عنصراً مقسمة الى 6 مجاميع هي:

- **الكربوهيدرات**
- البروتينات
- الدهون
- الفيتامينات
- العناصر المعدنية
- الماء

الكربوهيدرات:

هي مجموعة من المركبات الكيميائية التي تتكون من (الكربون والأوكسجين والهيدروجين) وظيفتها الأساس توليد الطاقة الحرارية التي يحتاجها الجسم كوقود للقيام بنشاطه الحيوي ومن الأغذية النشوية هي: (الأرز،المعكرونة، البطاطس والقمح) وتعد الكربوهيدرات مصدر الطاقة الأول والرئيس للرياضي خاصة عندما ترتفع شدة الجهد البدني، وتخزن الكربوهيدرات في الجسم على شكل كلايكوجين في الكبد والعضلات وعلى شكل كلوكوز في الدم وتعد الكربوهيدرات مصدرًا للطاقة غير انه قصير الأمد نسبيًا حيث لابد من إعادة تعبئتها كل يوم من الأغذية التي تحتوي على الكربوهيدرات وعلى الرياضي التزود من الكربوهيدرات مابين 55-60% من جملة الطاقة المتناولة للمحافظة على مخزون كافٍ من الكلايكوجين وتصل النسبة إلى 65-70% وأكثر للرياضي الذين يمارسون تمارين شاقه يوميًا كما يفضل تناول

الكربوهيدرات المعقدة لأن هضمها يحتاج إلى وقت أطول من تلك البسيطة وبالتالي توفر مصدرًا داعمًا لكلوكوز الدم، وكذلك الكربوهيدرات وقود مهم للرياضيين لإبقاء مستوى كلوكوز الدم متوازن أثناء المجهود البدني ولاستبدال كلايكوجين العضلات، وتشير التوصيات الخاصة بالرياضيين أن عليهم استهلاك 6-10 غرام/كغم من وزن الجسم في اليوم ومما يجب الإشارة إلية أن الغرام الواحد من النشويات يعطي ما يعادل 4 سعرات حرارية.

وعلية تقدر حاجة الإنسان البالغ بنحو 4-6 غرامات لكل كيلو غرام من وزن الجسم فإذا كان وزن جسم الإنسان مثلا 70 كيلو غرام فإن حاجته تقدر من 300- 400 غراماً يومياً، وينتج عن أكسدة كل غرام من الكربوهيدرات 4 سعرات حرارية وعلى ذلك فإن مقدار الطاقة التي سيحصل عليها هذا الفرد في اليوم 4×400=1600 سعراً حرارياً (من تناول الكربوهيدرات فقط) .

السكر :

ويتوفر في جميع أنواع الحلويات، وفي الفواكه والمرطبات وهو على درجات متفاوتة من التعقيد، ومن أنواعه البسيطة سكر الكلوكوز الأحادي (سكر العنب) وتركيبه الكيميائي ($C_6H_{12}O_6$)، أما السكروز(سكر القصب) والمالتوز (سكر الشعير)، واللاكتوز (سكر الحليب) فهي سكريات ثنائية تنتج من اتحاد جزيئين من سكر أحادي بعد نزع جزيء ماء منهما، وإذا اتحدت جزيئات عديدة منه معاً في سلسلة طويلة فإن الناتج يسمى عندئذ النشا، وينتج عن اتحاد المزيد من الجزيئات مادة أكثر تعقيدا تعرف باسم السليلوز.

وتبلغ نسبة السكر في الدم (80-120) ملغم/100ملي لتر دم وتنخفض هذه النسبة عن المعدل الطبيعي عند التدريب ويقوم الكبد بتعويض هذا الانخفاض من خلال تحويل الكلايكوجين المخزون في الكبد وطرحة على شكل كلوكوز في الدم الذي يحافظ على مستواه بشكل طبيعي بفعل إليه معينة تقوم بها بعض الهورمونات كالأنسولين والكلوكاجون وغيرها.

الكلايكوجين.

يطلق على الكلايكوجين اسم النشا الحيواني ويتواجد في ثلاثة أماكن هي:

- الكبد وتبلغ كميتة : **110- 120 غم**
- في العضلات : **265- 285 غم**
- في الدم بنسبة ضئيلة: **10 – 20 غم**

ويعد هذا الكلايكوجين مادة الوقود الرئيسة ومصدرا مهما لتوليد الطاقة المستخدمة لانقباض العضلات خلال التمرين او المنافسة وخصوصا عندما تتميز هذه المنافسة بالشدة العالية والزمن القصير وبما ان نفاذ هذه المادة يتم بفترة قصيرة فلابد من ان يكون هناك عملية تعويض لهذه المادة المهمة للاستمرار بالجهد بشكل عالي وعلى ذلك فقد توصل العلماء الى زيادة مخزون العضلات من الكلايكوجين من خلال نظريات سميت بنظريات التحميل الكاربوهيدراتي، حيث توصل العلماء الى ان كل كغم عضلي من الجسم يحتوي على 15 غم من الكلايكوجين وهذه الكمية تهبط الى الصفر عند أداء جهد عالي مع أمكانية زيادة هذه المخزون إلى 50غم/كغم عضلي من خلال استخدام تلك النظريات ومما يجب الإشارة الية الى ان هبوط مستوى المخزون الى 3 غم/كغم يؤدي الى هبوط مستوى سرعة الاداء لذا يتوجب ان يكون مستوى الكلايكوجين عاليا عند بداية السباق حتى توفر مصدر طاقة يفي بالمتطلبات البدنية الخاصة بالسباق وعلية فلابد ان يكون هناك نظام متبع لزيادة هذا المخزون اعتماداً على نوع الغذاء والتدريب التي أشار أليها العلماء في نظريات التحميل الكاربوهيدراتي وكما يلي:

1- **النظرية الأولى**:

أعطاء الرياضي غذاء يحتوي على النشويات قبل (3) ايام من السباق فقط دون خفض شدة التمرين يزيد كمية الكلايكوجين المخزون في العضلة من (15-25) غم /كغم عضلي.

2- **النظرية الثانية**:

تنظيم الغذاء والتمرين قبل السباق حيث تفرغ العضلات المراد تحميلها أولا عن طريق التمرين الشديد لمدة (3) أيام يتبع ذلك نظام غذائي معتمد على النشويات مع خفض شدة التمرين ان هذه الطريقة تزيد مخزون الكلايكوجين من (15-40) غم/كغم عضلي.

3- **النظرية الثالثة**:

وتعتمد على التمرين ونوعين من الغذاء حيث تفرغ العضلات المراد تحميلها اولا من خلال التدريب القاسي لمدة (3) ايام مع غذاء يحتوي على نشويات قليلة وكمية كبيرة من الدهون والبروتينات، بعد ذلك أعطاء نشويات عالية لمدة (3) أيام أخرى مع تقليل شدة التمرين، ان هذه الطريقة تزيد كمية الكلايكوجين من (15-50) غم/كغم عضلي.

ملاحظة:

يمكن استخدام نظاما واحدا قبل المباراة المهمة بحيث تنخفض شدة التمرين تدريجيا مع زيادة النشويات مع أعطاء يوم راحة قبل السباق مع الاستمرار في تعبئة العضلات بالنشويات.

البروتينات

هي مجموعة من الأحماض الأمينية الضرورية لعمليات النمو وصيانة الجسم، منها أحماض أساسية لابد ان يحصل عليها الجسم من الغذاء لعدم قدرته على تكوينها ومنها أحماض امينية غير أساسية لان الجسم يستطيع تكوينها، والبروتينات على نوعين نباتية مثل (البقوليات، والحبوب) وحيوانيه مثل (اللحوم بأنواعها والسمك والحليب) ويحتوي البروتين الحيواني على جميع الأحماض الأمينية الأساسية على عكس البروتين النباتي الذي يفتقر إلى بعضها، ما يستدعي خلط أكثر من نوع من الحبوب والبقوليات لرفع القيمة الغذائية والحصول على جميع الأحماض الأمينية الأساسية، وهذه الطريقة عادة ما يستخدمها النباتيون وتقدر كمية البروتينات اللازمة للشخص البالغ حسب وزنه، فالشخص البالغ يحتاج إلى غرام واحد من البروتين لكل كيلو غرام من وزن الجسم .

كما إن الزيادة في متطلبات الجسم من البروتين للرياضي لا تعني أن يتناول وجبة عالية البروتين أو تناول مُضافات البروتين أو الأحماض الأمينية مهما كان نوعها اذ يستوفي الرياضي متطلبات جسمه من البروتين إذا تناول وجبات متوازنة وكافية ويؤثر الإسراف في تناول البروتين سلبا على أداء الرياضي لأنه يؤدي إلى زيادة إنتاج اليوريا مما يزيد العبء على الكبد

والكلى، وقد يسبب ذاك الجفاف الذي يعتبر مشكله كبرى أثناء التمرين الشاق، ان الوظيفة الأساسية للبروتين عند الرياضي كما هي عند غيره هي بناء الجسم وصيانته وللبروتين دور محدود جدًا في إنتاج الطاقة أثناء التمرين بسبب انخفاض كفاءة تحويل البروتين إلى طاقة ولذلك يوصي أن تكون احتياجات الرياضي من البروتين كما هي للآخرين أي ما بين (0.8 – 1) غرام لكل كيلوغرام من الجسم للبالغ ويوصي البعض الآخر أن تكون احتياجات الرياضي من البروتين مابين (1-1.6) غرام لكل كيلوغرام من وزن الجسم خاصة للذين يمارسون رياضة الجري مثل عدائي المسافات الطويلة ورافعي الأثقال وما شابة، علماً ان نقص البروتينات في الجسم يؤدي إلى تورم الجسم، وكذلك الإصابة ببعض الإمراض كمرض **الكواشيوركور** الذي يصيب الأطفال.

وتعزي الزيادة في متطلبات البروتين للأسباب التالية:

- منع فقر الدم الرياضي .
- لزيادة كتلة العضلات وحجم الدم .
- لتعويض البروتين المهدور في رياضة الجلد.

وظائف البروتينات:

1- وظيفة بنائية:

يقوم البروتين ببناء أنسجة وخلايا الجسم المختلفة كما يقوم بإصلاح وتعويض أنسجة الجسم التالفة والمستهلكة نتيجة العمل والحركة ويساعد على التئام الجروح والكسور.

2- وظيفة كيميائية:

أ. يدخل في تركيب المادة الحمراء في الدم والمعروفة بالهيموكلوبين وهي تساعد على حمل الأوكسجين واستهلاكه.

ب. تدخل الأحماض الأمينية في تركيب الأنزيمات وتركيب الهورمونات التي تفرزها الغدد الصماء في الجسم.

3- وظائف تنظيمية:

يلعب البروتين دوراً كبيراً في تنظيم حركة السوائل من وإلى الخلية ومن وإلى الدم كذلك يلعب دوراً كبيراً في المحافظة على الضغط الأسموزي والمحافظة على التركيب الطبيعي للدم وسوائل الجسم.

4- إمداد الجسم بالطاقة:

بعد أداء البروتين لوظائفه البنائية والتنظيمية وفي حالة نقص الكربوهيدرات والمواد الدهنيـــة يمكن أن يقوم البروتين بإمداد الجسم بالطاقة اللازمة فيحرق البروتين محرراً طاقة بدلاً من عمله الرئيسي في البناء حيث يعطي كل (1) غرام من البروتينات طاقة حرارية مقـدارها (4) سعرات حرارية.

الدهون :

هي المصدر المكثف للطاقة الحرارية، وتتكون كيميائيا من (الكربون والهيدروجين والأكسجين) وهي أعقد تركيباً من النشويات وكل غرام من الدهن يعطي (9) سعرات حرارية وتوجد في الزيوت النباتية بأنواعها والشحم الحيواني ويتأثر أداء الرياضي بانخفاض مستوى الدهن في وجباته أو في جسمه، وتحتاج الدهون إلى فترة أطول من الكربوهيدرات للهضم مما يقلل من كفاءتها **كمصدر للطاقة الجاهزة**، ولكن لابد من توفير الدهن في وجبات الرياضيين وخاصة حامض اللينولييك لأن عضلة القلب تفضل استعمال الأحماض الدهنية كمصدر للطاقة، ويقترح أن يشكل الدهن مابين (20-25%) من الاحتياجات اليومية للطاقة، تعمل الأحماض الدهنية الحرة على توفير مخزون كاف من الكلايكوجين أثناء القيام بالتمرين الطويل وبعده، فقد لوحظ أنه في أثناء التمرين الهوائي يزداد استعمال الخلايا للحموضة الدهنية الحرة كلما ارتفع مستواها في الدم، مما يقلل من استعمال الكلايكوجين كمصدر للطاقة، لذا فان القيام بتمارين رياضية يفيد في تنظيم وزن الجسم والتخلص من الدهن الفائض فيه، إضافة إلى أنه يقلل من

احتمالات حصول أمراض القلب فالتمرين الهوائي له تأثير إيجابي على دهون الدم فهو يزيد من مستوى كولسترول البروتينات الشحمية عالية الكثافة HDL-C ويقلل من كوليسترول البروتينات الشحمية منخفضة الكثافة LDL-C .

فوائد الدهنيات للجسم.

1- تعتبر من المصادر الغنية بالطاقة وهي في ذلك تفوق الكربوهيدرات والبروتينات إذ يولد غرام واحد من الدهنيات طاقة حرارية مقدارها (9) سعرات في حين يولد الغرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتينات (4) سعرات.

2- تعمل على حماية وتثبيت الأعضاء الداخلية للجسم مثل الكلى والقلب.

3- تعطي الإحساس بالشبع بعد الوجبة نتيجة بطء عملية هضمها.

أثر زيادة الدهون في الوجبة تؤدي إلى:

1- السمنة .
2- أمراض القلب .
3- ارتفاع ضغط الدم

أثر نقص الدهنيات علي الجسم :

يؤدي إلى تأخر النمو وإصابة الجسم بالالتهابات الجلدية كالأكزيما.

مصادر الزيوت والدهون :

الدهون: اللحوم والبيض والحليب ومنتجاته مثل الزبد والسمن .

الزيوت: الحبوب والبقوليات والبذور والمكسرات .

الفيتامينات.

هي مركبات عضوية يحتاجها الجسم بكميات ضئيلة وهي مهمة لعمليات الصيانة والنمو ومقاومة الأمراض وعمليات تمثيل الطاقة وقد قسمت إلى:

1- الفيتامينات الذائبة في الدهون:

☚هي فيتامينات (K,E,D,A) التي تذوب في الزيوت والشحوم والمركبات العضوية، وتتميز بقابلية الخزن في أنسجة الكبد بكميات كبيرة نسبياً، لذا فان الإفراط بها يتسبب بالتسمم ولا تظهر أعراض نقصها سريعا.

الفيتامينات الذائبة في الدهون (K,E,D,A)

نوع الفيتامين	مصادره	فوائده	نقصه
A	* الخضراوات والفواكه التي تحوي صبغة الكاروتين الصفراء مثل الجزر والمشمش * الحليب	*ضروري للعين	* مرض العشا الليلي
D	* زيت كبد أسماك البحار *التعرض لأشعة الشمس	ضروري لتكوين العظام والأسنان	لين العظام هشاشة العظام / ضعف الأسنان
E	الزيوت مثل الذرة ودوار الشمش / البقوليات	حماية خلايا الدم الحمراء	نادرا ما تظهر أعراض النقص لكثرته في الأغذية
K	الخضراوات الورقية مثل السبانخ والملفوف	مهم لتجلط الدم	عدم تجلط الدم بالسرعة اللازمة

2- الفيتامينات الذائبة في الماء:

☚ وتشمل فيتامين (C) ومجموعة فيتامين (B) المركبة، التي لا تخزن في الجسم بمقادير كبيرة، وتتوزع في جميع خلايا الجسم، وأعراض نقصها تظهر سريعاً.

☚تتواجد الفيتامينات بجميع أنواعها في الخضراوات والفواكه واللحوم.

الفيتامينات الذائبة في الماء

نوع الفيتامين	مصادره	فوائده	نقصه
C	* الفواكه و خاصة الحمضيات والفراولة	* مقاومة العدوى	* سهولة الإصابة بالعدوى
B	* البيض واللحوم * الحبوب والمكسرات	* ضروري لوظائف الأعصاب * ضروري للجلد	الاكتئاب والأرق التهاب الجلد وتشققه

الأملاح المعدنية

هي عناصر كيميائية غير عضوية وتوجد في الأغذية بكميات قليلة جدا ويحتاجها الجسم بكميات قليلة، لكنها مهمة للقيام بالتفاعلات الكيميائية الحيوية والحفاظ على توازن الحامض القاعدي للجسم وتدخل في تركيب الأنسجة والعظام وتتواجد الأملاح المعدنية في الخضراوات والفواكه والحليب وتقسم إلى:

1- **عناصر كبرى:**

مثل (الكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم والصوديوم)

2- **عناصر صغرى:**

مثل (الحديد واليود والفلور).

العنصر	مصادره	فوائده	نقصه
الكالسيوم	* الحليب ومنتجاته * اسماك السردين والسالمون	* بناء العظام والأسنان * يساعد في حركة القلب الطبيعية	* ضعف في تكوين الأسنان والعظام * لين العظام عند الأطفال
الحديد	* الكبد والقلب *الكاكاو	*أساس تكوين صبغة الدم (الهيموجلوبين) * أساس تكوين صبغة العضلات	فقر الدم
الفسفور	*الحليب ومنتجاته * الأسماك	* يدخل في تركيب خلايا الجسم * بناء العظام	* ضعف عام * آلام العظام
الصوديوم	* ملح الطعام	يحاف على توازن ضغط الدم	ضغط الدم المنخفض

مميزات الأملاح المعدنية:

1- تساعد في بناء مكونات الجسم مثل العظام، الأسنان، العضلات، الجلد.
2- وظيفة نقل الأوكسجين من خلال دخول الحديد في تركيب الهيموكلوبين المسؤول عن حمل الأوكسجين في الدم.
3- السيطرة على عمل بعض الغدد وبالتالي ضبط معدل الطاقة المستخلصة من الطعام مثل ضبط اليود لإفرازات الغدة الدرقية.
4- المحافظة على الضغط الأسموزي مثلما يقوم به الصوديوم.

الماء

يعد الماء من ضروريات الحياة للفرد بعد الأوكسجين وتكمن أهمية الماء لتعدد وظائفه حيث يحتوي الجسم البشري على كمية من الماء تصل إلى (75% أو 80%) من وزن الجسم وكلما كان الجسم عضليا زادت نسبة الماء فيه وتقل كلما كان دهنيا، ويحتاج جسم الإنسان يوميا حوالي (2.5) لتر من الماء وهذه الكمية تتناسب مع مايستهلكة الجسم من طاقة في الأوضاع الاعتيادية للقيام بالوظائف الحيوية الاعتيادية والتي يستهلك الجسم خلالها (2500) سعره حرارية في اليوم حيث كل واحد سعره حرارية مستهلكة يقابلها واحد غرام من الماء وتتضاعف هذه الكمية عند التدريب لتصل إلى (5-6) مرات .

التغذية قبل النشاط الرياضي:

1. ينصح بالتغذية المتوازنة في جميع الأوقات .
2. تناول الوجبة قبل التمرين بـ 3 إلى 4 ساعات، حتى يتمكن الجسم من هضم الوجبة وامتصاصها .
3. أن تكون هذه الوجبة منخفضة الدهون والألياف (نسبياً) لتتم عملية التفريغ المعوي بصورة أسرع ولضمان اتجاه الدم نحو العضلات العاملة.

4. أن تحتوي على نسبة من الكربوهيدرات بنحو 70% من الطاقة المتناولة لضمان المحافظة على مستويات كلوكوز الدم.
5. يجب أن تحتوي على كميات معتدلة من البروتين.

التغذية أثناء النشاط الرياضي :

أهم أهداف استهلاك الغذاء أثناء المجهود البدني:

1. استبدال السوائل المفقودة من الجسم.
2. وتزويده الجسم بالكربوهيدرات (حوالي 30-60 غرام/ساعة) للمحافظة على مستويات كلوكوز الدم.

ملاحظة:

هذه التوصيات الغذائية مهمة على وجه الخصوص للمنافسات التحملية التي تستمر لأكثر من ساعة عندما لا يستهلك الرياضي الكميات الكافية من الطعام والسوائل قبل المنافسة وعندما تكون المنافسة في أجواء شديدة الحرارة أو البرودة أو في المرتفعات .

التغذية بعد النشاط الرياضي :

أهم أهداف استهلاك الغذاء بعد المجهود البدني :

1. هو تزويد الجسم بطاقة كافية كربوهيدرات لإعادة تعبئة مصادر الطاقة الخاصة بكلايكوجين العضلات وضمان سرعة الاستشفاء.

ملاحظة:

إذا استنفذ الكلايكوجين بعد المنافسة فعلى الرياضي التزود بحوالي 1.5 غرام/كجم من وزن الجسم أثناء 30 دقيقة الأولى وعند كل 2 ساعة لمدة 4-6 ساعات سوف يكون كافياً لاستعادة المخزون الكلايكوجيني المفقود .

ملاحظة:

أن تناول البروتين بعد المجهود البدني سوف يزود الرياضي بالأحماض الأمينية اللازمة لبناء وإصلاح الأنسجة العضلية لذا على الرياضيين استهلاك وجبة تحتوي على البروتين بعد انتهاء المنافسة أو التمرين العنيف.

جدول يوضح السعرات الحرارية ونسبة الدهون في بعض الوجبات السريعة

النوع	السعرات الحرارية	نسبة الدهون
برجر (حجم كبير)	500	30
برجر بالجبنة	320	14
برجر دجاج	370	13
برجر سمك	500	24
صدر دجاج مقلي	283	15.3
فخذ دجاج مقلي	294	19.7
بتزا بالجبنة (قطعتين) سميكة	518	20
بيزا بالجبنة (قطعتين) رقيقة	398	17
بطاطس مقلية 100 جم	227	13
بصل مقلي 100 جم	274	16

النوع	السعرات الحرارية	نسبة الدهون
سلطة ملفوف بالمايونيز نصف كوب	119	6.6
كاتشاب(ملعقة طعام)	16	0.10
خردل (ملعقة طعام)	5	0.10
مايونيز(ملعقة طعام)	99	11
ايسكريم(كوب)	269	14.30
فطيرة التفاح(قطعة)	282	0.10
دونت (2قطعة)	200	12
مشروب غازي (1)	145	-

- **تعريف السمنة: السمنة هي زيادة وزن الجسم عن حده الطبيعي نتيجة تراكم الدهون فيه، وهذا التراكم ناتج عن عدم التوازن بين الطاقه المتناوله من الطعام والطاقه المستهلكه في الجسم.**
- **قياس السمنة بالطرق التالية:**

1- قياس كتلة الجسم (B M I).

وهو أكثر القياسات شيوعاً وسهولة في التطبيق وهو = وزن الجسم بالكيلو غرام

(الطول بالمتر)2

ولكن لا يصلح تطبيقه إلا للأشخاص البالغين الذين تعدوا الثامنة عشرة.

إذا كانت كتلة الجسم بين 20- 24.9 فأنتِ طبيعية.

إذا كانت كتلة الجسم بين 25 – 29.9 فأنتِ زائدة الوزن.

إذا كانت كتلة الجسم بين 30 – 39.9 فأنتِ سمينة.

إذا كانت كتلة الجسم 40 فأكثر سمنة مفرطة

الاستشفاء :

ان طبيعة الحياة تفرض على الكائن الحي ما بين الحركة والسكون، والجهد والاثارة والتوتر من جهة والراحة من جهة اخرى، وبين المجهود البدني الواقع على كاهل الرياضي وبين فترة الراحة اذ ان هذا الايقاع الطبيعي الذي نتعامل به في الحياة التي نعيشها بصورة عامة والحياة الرياضية بصورة خاصة يفرض على أجهزة الجسم (كل ليفية عضلية وكل عضو في جسم الانسان التعامل بهذا الايقاع ان الذي يهمنا هنا ما يحدث أثناء النشاط البدني وكيفية امكانية عودة الجسم الى حالته الطبيعية قبل اداء هذا النشاط ورجوع الاجهزة الوظيفية للرياضي وكل ما حدث من تغيرات فسيولوجية الى الحالة التي كان عليها قبل اداء النشاط

.

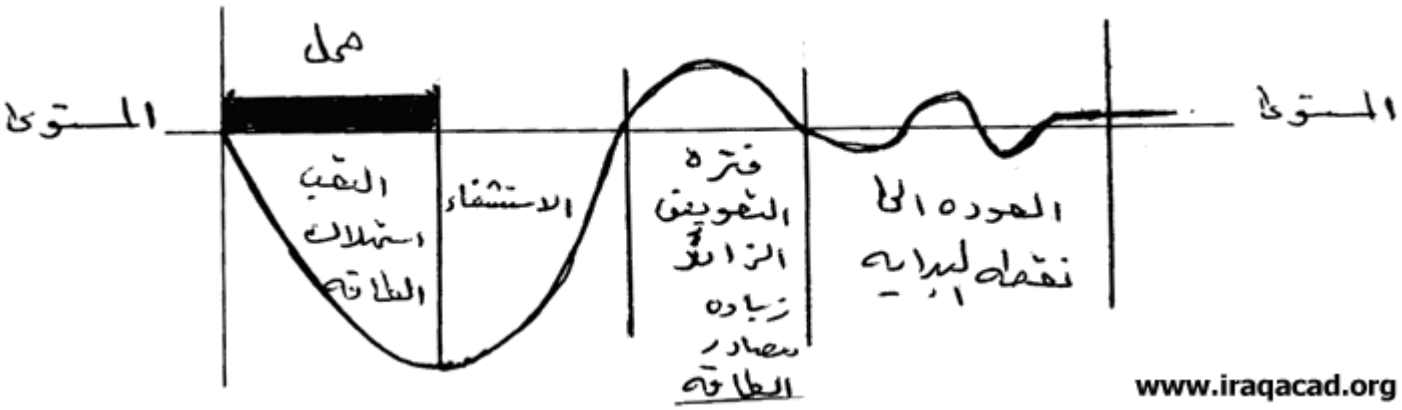
إذا فالاستشفاء هو -:

* الحالة الوظيفية التي يمر بها الفرد بعد العمل البدني وحتى العودة الى الحالة الطبيعية .

* أو عبارة عن اداء نشاط حركي مستمر بايقاع هادئ عقب المجهود البدني لغرض تخفيض كمية وكثافة اللاكتيك المتراكم في العضلات للإقلال من التعب

* أو مصطلح يستخدم بمعنى استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والنفسية للإنسان بعد تعرضها لتأثير نشاط بدني معين أو لضغوط زائدة

ان فترة استعادة الشفاء تتعلق بشدة وحجم ونوع التدريب خلال الوحدة التدريبية حيث تنقسم الى ((فترة مبكرة وفترة متأخرة)) حيث تستمر الفترة المبكرة لعدة دقائق أما الفترة المتأخرة فتصل الى عدة ساعات كما ان الرجوع الى الحالة الطبيعية تتعلق في عودة التمثيل الغذائي والطاقة الى ما كانت عليه قبل اداء العمل البدني التي تكون سريعة في بداية الفترة ثم تبدأ بالتباطيء، انظر الشكل الأتي-:



كما وان الرجوع الى الحالة الطبيعية يتعلق بنوع التدريب ((مستمر – فتري – قوة – سرعة – مطاولة .....الخ)) حيث ان تفاوت اختلاف الفترة الزمنية لاستعادة الشفاء يرجع الى اللياقة الوظيفية لاجهزة الرياضي .

مثال / عند استخدام مجهود بدني يصل الى الحد الأقصى تعود الحالة الوظيفية الى حالتها الطبيعية وكما ياتي

1- الضغط بعد (6-8) دقائق

2- استهلاك الأوكسجين (16-18) دقيقة

3- النبض أكثر من (20) دقيقة

4- ATP في العضلات بعد (3) دقائق

5- CP فترة زمنية أكثر من ذلك

6- الكلايكوجين من (30 دقيقة) بعض الكلايكوجين من (46-5) ساعة وحسب نوع النشاط البدني

ملاحظة:

يعود الكلايكوجين بسرعة الى المخ --- بسرعة أقل الى القلب --- بطيء الى الكبد --- أبطأ الى العضلات

ملاحظة:

ان جسم الرياضي يفقد أثناء الجهد البدني كل من الأوكسجين، ATP، الكلايكوجين في العضلات والكبد وكلوكوز الدم والدهون) وبعد المجهود تبدأ هذه العناصر بالعودة الى الحالة الطبيعية التي قد لا تعود الى ما قبل المجهود البدني

مراحل الاستشفاء:

1- **الاستشفاء المستمر** / ويحدث هذا النوع خلال تنفيذ الجرعة التدريبية أو المنافسة حيث يمكن الجسم أن يعوض نقص الأوكسجين أثناء الجري

2- **الاستشفاء السريع** / ويحدث هذا النوع في نهاية الجرعة التدريبية حيث يتخلص الجسم من مخلفات الطاقة مثل LA , CO2 كما ويعوض بعض مصادر الطاقة التي استهلكت خلال المجهود البدني .

3- **الاستشفاء العميق** / خلال هذه المرحلة تتم عمليات التكيّف ويصبح الرياضي أفضل مستوى مما كان عليه من الناحية الفسيولوجية والنفسية

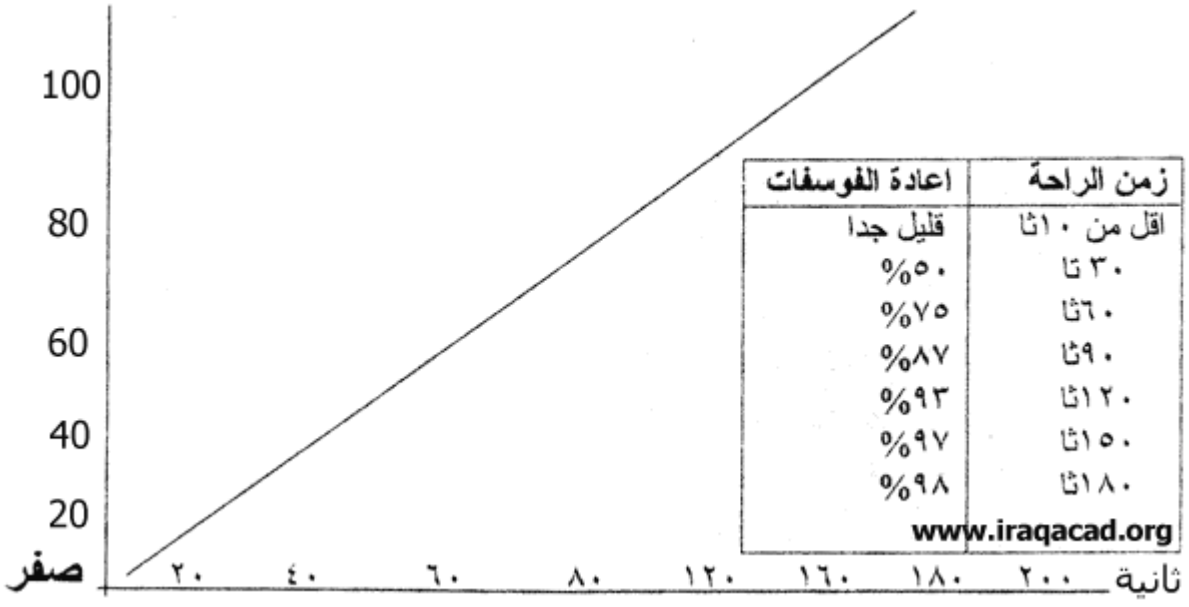
.

الأسس البيولوجية للاستشفاء :

1- أعادة مخزون العضلات من الفوسفات:

ان مخزون العضلات من ATP , CP المسئول الأول عن مد الجسم بالطاقة المباشرة خلال العمل البدني حيث يبدأ العمل أولاً ب ATP من خلال انشطاره بمساعدة أنزيم ATP ase ومن ثم مركب فوسفات الكرياتينCP حيث يعد CP الأساس في تكوين الـ ATP باستخدام أنزيم CPK ان أعادة مليء المخازن الفارغة ب ATP تختلف نسبتها والفترة الزمنية للاستشفاء انظر الشكل الأتي

:



زمن الراحة	اعادة الفوسفات
اقل من ١٠ ثا	قليل جدا
٣٠ تا	٥٠%
٦٠ ثا	٧٥%
٩٠ ثا	٨٧%
١٢٠ ثا	٩٣%
١٥٠ ثا	٩٧%
١٨٠ ثا	٩٨%

www.iraqacad.org

2- أعادة مخزون الكلايكوجين :

يوجد الكلايكوجين في ثلاث مناطق هـــي:(العضلات، الدم، الكبد) وتقدر كميته ما بـين (350 – 450)غم و أثناء الجهد البدني يفقد الرياضي جزء كبير من هذه الكمية وعليه يجب أن يعوض ذلك خلال النشاط البدني أو في مرحلة الاستشفاء، وتتعلق أعادة كمية الكلايكوجين الى الكمية الطبيعية بعدة عوامل -:

أ- نوع الغذاء الذي يتناوله الرياضي بعد المجهود البدني

ب- نوع الحمل التدريبي ((مستمر أو فتري))

3- المايكلوبين والأوكسجين :

ان المايكلوبين هو الوسيط الذي ينقل الأوكسجين خلال غشاء الخلية العضلية من الخارج الى الداخل اثناء عملية الأكسدة لتحرير الطاقة ويوجد المايكلوبين في الألياف العضلية بنسب مختلفة بين الحمراء والبيضاء، حيث تقدر نسبته حوالي 11ملم لكل كغم عضل، وتقدر نسبة أوكسجين المايكلوبين ب500 مللتر، ان عملية امتلاء مخازن المايكلوبين بالأوكسجين بعد الجهد البدني خلال الاستشفاء تشبه عملية امتلاء مخازن الفوسفات حيث تكون سريعة في البداية ثم تتباطأ

الدين الاوكسجيني -:

ان متطلبات الطاقة تكون أقل خلال عملية الاستشفاء مما عليه أثناء الجهد البدني في حين نجد ان استهلاك الاوكسجين يستمر بمستوى عالي لمدة من الزمن تعتمد في طولها على شدة التمرين (التدريب) التي أداها الرياضي، حيث ان كمية الأوكسجين المستهلك خلال الاستشفاء بالنسبة للكمية المستهلكة في نفس الفترة الزمنية خلال الراحة تسمى الدين الاوكسجيني وتقدر كمية الدين الاوكسجيني بحوالي 180 لتر/ د ويشتمل الدين الاوكسجيني على قسمين

أ- **الدين الاوكسجيني بدون اللاكتيك** ((والمعروف بالقدر السريع للدين الاوكسجيني)) والذي يعمل على توفير الأوكسجين اللازم للطاقة المطلوبة لإعادة بناء فوسفات العضلة.

ب- **الدين الاوكسجيني اللاكتيكي** ((والمعروف بالقدر البطيء من الدين)) ويطلق عليه لاكتات الأوكسجين والذي يرجع الى الطاقة النشطة للتخلص من حامض اللاكتيك المتراكم في العضلات والدم .

4- التخلص من حامض اللاكتيك بالدم والعضلات -:

ان حوالي 85% من حامض اللاكتيك الناتج من المجهود البدني يعاد تشكيله في صورة كلايكوجين في الكبد و15% يتحول الى ماء وثاني أوكسيد الكاربون وهذا سوف يحتاج الى أوكسجين لتعويض ما تم فقدانه، وللمساعدة على التخلص من حامض اللاكتيك من أجل منع حدوث التقلصات بعد أنتهاء التدريب أو خلال الايام التالية حيث أن تراكم حامض اللاكتيك في العضلات يؤدي الى التعب فيها وهو بالتالي يحتاج الى فترة ليست بالقصيرة للتخلص من نسبة لابأس بها منه عقب كل تدريب وذلك من خلال الاستشفاء الايجابي عن طريق الهرولة البطيئة لمدة زمنية معينة وبمعدل نبض 120 ض / د، كما ويمكن استخدام تمارين المرونة والاسترخاء والتهدئة، فضلاً عن استخدام التدليك والسوانا واللذان يعملان على التخلص من تراكم حامض اللاكتيك في العضلات وبفترة زمنية من 30 دقيقة الى أكثر من ساعة .

أنواع الاستشفاء-:

1- الاستشفاء الايجابي / ويشمل-

أ- **أنشطة التهدئة** / مثل الهرولة الخفيفة في نهاية الجرعة التدريبية لمدة 15 دقيقة

ب- **تشكيل حمل التدريب** / بحيث لاتنفذ جرعات تدريبية عالية الشدة بشكل متتالي أو كبيرة الحجم خلال دورة التدريب الصغيرة ((الأسبوعية)).

ج- **تعويض السوائل** / يجب تناول السوائل وخاصة الماء قبل وأثناء وبعد التدريب ويعتبر تناول الماء المحتوى على الأملاح الكلوكوز من أفضل الوسائل لتعويض الماء والطاقة.

د- **التغذية** / يجب أن يشمل الغذاء على نسبة عالية من الكاربوهيدرات المركبة التي يجب تناولها بعد المنافسة أو التدريب مباشرة، حتى تضمن تعويض الكلايكوجين الذي فقدته العضلات، كذلك الأغذية الغنية بالأملاح (صوديوم، بوتاسيوم، حديد ....الخ)

هـ- **النوم** / يجب تعويد الرياضي على النوم في توقيت معين وتجنب السهر بحيث لأيقل النوم عن 8 ساعات .

و- **التمشية** / يفيد المشي الحر للاسترخاء والترويح في نهاية اليوم التدريبي .

2- الاستشفاء السلبي : ويشمل

أ- **التدليك** / يتم التدليك للتخلص من اللاكتيك وتنشيط الدورة الدموية .

ب -**حمامات الاسترخاء** / استخدام الجاكوزي بحيث تكون درجة الحرارة 36 مئوية حيث تساعد على التخلص من حامض اللاكتيك واستعادة معدل القلب

ج- الساونا / تستخدم للاستشفاء ويمكن استخدام التدليك معها في نفس الوقت وبمعدل مرة في الأسبوع

المـــرأة والرياضـــــة.

أن تشجيع المرأة على المشاركة في الألعاب الرياضية والسعي للتفوق والانجاز يلازمه بعض التقييدات الصحية التي يستوجب فهمها ودراستها بشكل علمي وأدراك مخاطر تجاوزها وخاصة ذات العلاقة بأنوثة المرأة وصحتها حيث يجب مراعاتها في سبيل المحافظة على الصحة الانجابيه للمرأة وسلامة الهيكل العظمي ليتسنى لها المشاركة والتنافس بأمان.

رغم ان ممارسة التمرينات البدنية والرياضة تعد من النشاطات قليلة الخطورة وبنفس الوقت ذات فوائد كثيرة للفتيات الرياضيات اذ يمكن ان تساعد في تنمية اتجاهات ومواقف ايجابيه نفسيه وبدنيه عندهن إزاء (تقدير الذات سيكولوجيا وإشباع حاجة البدن) الا ان زيادة مشاركة المرأة في النشاط الرياضي زاد من المشاكل الصحية ومن بعض الإصابات العضلية الهيكلية الشائع بين الرياضيات والتي قد ترتبط بالنمو البنيوي بسبب نقص بعض المعادن الضرورية مثل الحديد والكالسيوم وكذلك الاضطراب وعدم الانتظام في تناول الوجبات الغذائية اذ تتجلى هذه الظاهرة لدى الفتيات غالبا، ويعد انقطاع الطمث مشكله تعاني منها الكثير من الفتيات الرياضيات حيث انها يمكن ان تؤدى الى كسور اجهاديه وهشاشة وتخلخل العظام مستقبلا لذا تستوجب مشاركة المرأة في الألعاب الرياضية مستلزمات عدة، تتباين وفق تطور نظريات علم التدريب الرياضي والفسيولوجيا والعلوم الرياضية المختلفة، حيث يجب دراستها بشكل مبني على أسس علمية رصينة وخاصة بعض التقييدات الصحية ذات العلاقة بأنوثة المرأة وصحتها والتي لابد من إدراك مخاطرها كما يجب مراعاتها في سبيل المحافظة على الصحة الانجابيه للمرأة وسلامة الهيكل العظمي ليتسنى لها المشاركة والتنافس بأمان.

الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضة

إن الاختلافات بين المرأة والرجل في النواحي الفسيولوجية وخاصة في مرحلة بعد البلوغ جعلت هناك محددات لممارسة المرأة الأنشطة الرياضية المختلفة بعد سن البلوغ، حيث يبدأ تأثير الهرمونات الجنسية والفسيولوجية على الجسم ونموه وتظهر الفروقات الفسيولوجية بين المرأة والرجل في النواحي الآتية :

أولا: تركيب الجسم (حجم الجسم والسعات والأعراض والأطوال)

ثانيا: نمو القدرات الحركية القوة العضلية والعمل العضلي

ثالثا: عمل الأعضاء والأجهزة الجسمية وتكيفها للجهد العضلي .

أولا : تركيب الجسم :

تبدأ الفروقات في تركيب الجسم بين المرأة والرجل منذ سن الطفولة ويكون نمو الذكور والإناث بنفس النسبة والى حد (7- 8) سنوات، حيث بعدها يزداد نمو الإناث والى حد 12 سنة وفى سن 15 سنة يزداد نمو الذكور أكثر من الإناث.

سرعة النمو عند الإناث له علاقة بالتكامل الجنسي المبكر عند الإناث ويلاحظ في الوقت الحاضر ولأسباب وراثية زيادة في متوسط الطول والوزن عند الذكور والإناث .

ـ الفروقات الجنسية عند النساء:

-تظهر في تركيب العمود الفقري حيث أن المنطقة الصدرية عند الإناث تكون أقصر وأضيق عند النساء مما يؤدي إلى سرعة الشهيق والزفير وانخفاض السعه الحيوية بالمقارنة مع الذكور ولكن طول الأجزاء الأخرى العنقية والقطنية وبقية أجزاء العمود الفقري تكون أطول عند المرأة مقارنه بالرجل .

-كذلك فأن حجم الثدي عند النساء يحد من قابليتها الوظيفية حيث أن كبر حجمه يحد من تنفيذ بعض الفعاليات الرياضية كما يسبب في أحيان أخرى آلاما في الظهر.

-تتميز النساء بأتساع وعرض الحوض وتجويف الحوض عند المرأة اكبر وهذا بسبب الوظائف الأنثوية الحمل والولادة كما إن سعة الحوض يؤدي إلى تمفصل عظمي الفخذ والحوض باتجاه الداخل أي ميل الفخذين للداخل باتجاه الركبة بينما تكون عند الرجل متوازيان وان عرض الحوض وخفته عند المرأة يؤثر سلبيا على سرعة الجري وتكون مفاصله اكثر عرضه للإصابة بسبب تقلب الركبة ولكن سعة الحوض تجعل جسم المرأة أكثر استقراره من الرجل .

ـ الفروقات المورفولوجية :

-الإناث اقصر وأقل طولا في الأطراف العليا والسفلى مقارنة بالذكور معدل طول المرأة اقل بنسبة 10- 15 سم وذلك بسبب قصر عظام المرأة وهذا يجعل سرعتها الدورانية اكبر من الرجل فيما يتفوق الذكور بالسرعة الحركية

-النساء اقل وزنا من الرجل، وتتميز بامتلاكها على كتلة دهنية وهذا سبب تفوق القوة العضلية عند الرجل.

-الأكتاف أقل عرضا وأضيق عند النساء وتكون ضعيفة واقل انحدارا وهذا مما يمنحها مرونة عالية ولكن لا يوفر قاعدة ارتكاز جيده لاستقرار الأوزان .

-الجذع اقصر عند المرأة وهذا يؤدي إلى انخفاض مركز الثقل أيضا ويمنحها توازنا أفضل من الرجل والعمود الفقري عند النساء أكثر مرونة من الرجال وذلك بسبب زيادة مرونة ومطاطية الأربطة وحركة العمود الفقري الواسعة عند المرأة.

-تتميز النساء بانخفاض مركز ثقل الجسم لكون الأطراف السفلى عندها اقصر بالنسبة لطول وهذا يساعد كثيرا في تنفيذ تمارين التوازن بالاستناد على الأطراف السفلى ورشاقة أفضل كما في الجمناستك وبنفس الوقت فأن طول الأطراف السفلى تمنح الرجل سرعة وقوة اكبر

-عظام الساق عند المرأة اقل تقوسا من الرجل.

ثانيا : نمو القدرات الحركية:

ـ القوه العضلية :

إن انخفاض القوه العضلية وعدم المقدرة على الاحتفاظ بها لفترة طويلة عند النساء تحدد من قابليتها البدنية والوظيفية وخاصة عند الجهد الذي يحتاج إلى قوه ثابتة ولهذا فان التمارين التي تتطلب شده وقوه حركيه ثابتة يمكن أن تسبب تأثيرا سلبيا على جسم المرأة .

ـ المطاولة :

تزداد المطاولة مع زيادة العمر (15 - 17) وتكون الاختلافات ضئيلة ولصالح الذكور حيث تتميز المرأة بانخفاض المطاولة .

ـ التوافق والمرونة الحركية:

تتميز الإناث بسرعة نمو قابلية التوافق الحركي والدقة والمرونة الحركية والشعور بإيقاعية الحركة ومطاطية العضلات العالية وتجيد الإناث تكنيك الحركة والتوازن الحركي المعقد .

ثالثا: وظائف الأعضاء والأجهزة الجسمية :

-معدل التمثيل الأساسي : يكون معدل التمثيل الأساسي عند الإناث اقل بما يقارب 6 - 10% عنه عند الذكور لنفس الحجم والمساحة السطحية.

-الجهاز الحركي: يكون الجهاز العظمي عند الرجل أثقل وأكثر صلابة من المرأة وهذا ما يكسب الرجل عزم قوه اكبر لذا يتفوق الرجل في ألعاب القوى (العدو والرمي)، كذلك حجم العضلات ووزنها عند المرأة أقل من الرجال ويشكل وزن العضلات 40 - 45 % من وزن الجسم الكلي عند الرجل بينما يشكل عند المرأة % 35 - 30 وان قابلية نمو العضلات عند الإناث تكون اقل وأبطأ من الذكور وهذا يعود إلى وجود هرمون التستيرون الذكري الذي يعمل على زيادة حجم الألياف العضلية وزيادة الكتلة العضلية وعند التدريب يزداد حجم العضلات عند المرأة ولكن زيادتها لا تصل إلى المستوى عند الرجل .

-الكتلة العضلية تقل عند المرأة مما يؤدي إلى قلة استهلاك الأوكسجين حيث تشكل الأنسجة الدهنية عند النساء نسبة 24 - 25 % من الوزن الكلي للجسم بينما عند الرجل 15 – 18% أي إن الشحوم عند المرأة اكبر بنسبة 10% من وزنها عند الرجل وهذا ما يشكل وزنا إضافيا غير فعال يقلل من القابلية الوظيفية والأداء الحركي ولكنه يجعل المرأة أكثر تحملا للجو البارد.

-جهاز القلب والدوران:

-إن وزن قلب المرأة وحجمه وتجاويفه أصغر بالمقارنة مع الرجل ويبلغ متوسط وزن قلب المرأة حوالي 230 غرام وعند الرجل 366 غرام.

- تتميز المرأة بسرعة وزيادة الضربات القلبية ، كما يحتاج القلب إلى فترة راحة اكبر ليعود إلى حالته الطبيعية بعد الجهد وكذلك تتميز النساء بزيادة اقل في ضربات القلب عند أداء الجهد ويقل الاختلاف أو يتقارب في سرعة ضربات القلب تحت تأثير التدريب البدني المنتظم.

-حجم ما يدفعه القلب من الدم بالدقيقة عند النساء يكون أقل بالمقارنة بالرجال، فحجم الدم بالدقيقة عند الرجال يمكن أن يصل إلى 40 لتر أما عند النساء فيصل تقريبا إلى 25 لتر في حاله الجهد.

-تتميز المرأة بانخفاض الضغط الدموي.

-مستويات بعض المواد في الدم.

- تتساوى الإناث مع الذكور في مستوى (الكولسترول، البروتين الكلي، المادة الصفراء، اليوريا، الفوسفات القاعدي) مع انخفاض مستويات العناصر التالية عند الإناث عن الذكور (معدلات فوسفات الكرياتين، الفوسفات اللاعضوي، السكر في الدم، الفوسفات الحامضي، الحديد).

تأثير التدريب على الوظائف الجسمية للمرأة .

إن مشاكل التربية الرياضية والتدريب الرياضي للفتيات والسيدات هي نتيجة للفوارق في تركيب أجسامهن وكذلك بالنسبة إلى التحديد الطبيعي لكل امرأة كأم في المستقبل، حيث ان أعضاء المرأة فضلا عن بعض الاختلافات التشريحية تمر بمجموعة وسلسلة من التغييرات الهرمونية خلال مراحل النمو، وهذه التغييرات بلا شك تحد من قابليتها الحركية وتؤثر في مستوى تطور الخلايا والأعصاب التي يجب التكيف لها .وإن أهم تلك التغييرات التي تؤثر في المرأة وتسبب لها مشاكل كبيرة في عمليات الاستمرار في التدريب الرياضي هي:

الحيض: بصورة عامة تقل قابلية وحيوية الفتاة أو المرأة فتصبح اكثر تعرضاً للتعب أو الملل واقل مقدرة على العمل الجسمي والعقلي ومع الحيض تجري ايضا تغييرات كبيرة في الناحية النفسية حيث تكون حساسة إلى درجة كبيرة ويتولد عند بعضهن سرعة الانفعال والغضب وتتجاوب هذه التغيرات مع التغيرات التي تحصل في المستوى الرياضي، حيث يهبط، ولكن نجد عند فئة اخرى من الفتيات حالة معكوسة حيث يتصاعد عندهن المستوى الرياضي خلال فترة الحيض وغالبا لا تظهر عليهن التغييرات النفسية السلبية، لاسيما اذا مارست التدريب الرياضي بشكل منتظم .

الحمل والولادة: تمر المرأة في هذه الفترة بسلسلة من التغييرات العضوية والنفسية، فالأجهزة والأعضاء تحتاج إلى تكيف تدريجي للتغييرات الجديدة المختلفة في الحمل، ان ممارسة التمارين المناسبة بصورة منتظمة في جميع مراحل الحمل يسرع من عملية التفاعلات المعاكسة في الأعضاء الجسمية ويمنع الاضطرابات والتعقيدات المتنوعة وتؤثر بشكل مفيد ومساعد في نمو صحة المرأة والجنين كما تساعد أيضا في تسهيل الولادة حيث توضع برامج التربية الرياضية لكل امرأة بصورة مستقلة ولجميع مراحل الحمل ولا يسمح للمرأة الحامل بممارسة الحركات المعقدة والصعبة لأنها تؤدي إلى الإجهاض.

الأمومة والرضاعة: يفضل خلال هذه الفترة تحديد شدة وحجم التمرينات والحركات واختيار النوع الذي لا يترك أي ضرر أو تلف لأعضاء المرأة حيث ان هذه الطريقة في التدريب تؤدي إلى توازن وعلاج الأوضاع السلبية التي جاءت نتيجة اضطرابات في توازن الافرازات الهرمونية .

وأخيرا أن التدريب الرياضي يساعد على تطوير وتكامل حجم المرأة وشكلها إلى جانب إكسابها الرشاقة والجمال والمرونة والحيوية والجاذبية .كذلك يؤدي إلى أطالة العمر البيولوجي (أي الاستمرار المتزن في النشاط الجنسي

حتى مراحل متأخرة من الحياة).