الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف
معهد التربية البدنية والرياضية
قسم إدارة وتسيير رياضي

Ministére de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique
Université **H**assiba **B**enbouali **C**hlef
Institut d'Education Physique et Sportive
Département Sports Administration and Management

مطبوعة بيداغوجية

فيزيولوجية الجهد البدني والرياضي

المستوى: السنة الثانية ليسانس	**المقياس**: فيزيولوجية الجهد البدني والرياضي
التخصص: ادارة وتسيير رياضي	**السداسي**: الثاني

من إعداد: د/ فغولي سمير

الرتبة: أستاذ محاضر قسم "ب"

السنة الجامعية: 2026/2025

مقدمة المطبوعة:

الفيزيولوجيا (PHYIOLOGY) أو علم وظائف الأعضاء يعتبر علما متكاملا يهتم بدراسة وظائف الجسم على مستويات بداية من الجزيء والخلية وحتى على مستوى الأعضاء والأجهزة على مستوى الجسم ككل، وكيفية تنظيم هذه الوظائف ومدى الارتباط الوظيفي بين كل عضو من أعضاء الجسم والأعضاء الأخرى، والعوامل التي تؤثر على أداء أعضاء الجسم، ومدى تكيف الأداء الوظيفي لأعضاء الجسم المختلفة للمتغيرات التي يتعرض لها الجسم ومدى تأثير هذا التكيف في مجابهة الظروف المختلفة التي يتعرض لها الجسم، وهي تنقسم إلى عدة أقسام منها فيزيولوجيا الخلايا وفيزيولوجيا الفيروسات وفيزيولوجيا الإنسان.

فيزيولوجيا الجهد البدني علم انبثق من علم الفسيولوجيا الذي يهتم بدراسة وظائف أعضاء الجسم على المستوى الجهازي والنسيجي والخلوي، ويدرس استجابة أجهزة الجسم المختلفة للجهد البدني وتكيفها للتدريب ووظائف هذه الأجهزة وتأثير النشاط البدني فيها أثناء المجهود وفي وقت الراحة.

حيث أن فيسيولوجية الجهد البدني هو علم يهتم بدراسة الاستجابات الوظيفية المباشرة التي تحدثها الحركة علة الوظائف الحيوية لجسم الفرد الرياضي وهو العلم الذي يمدنا بمعلومات عن الاستجابات المختلفة للجسم تحث مثير أي تحت تأثير الأحمال التدريبية المختلفة وطبيعتها والتي يمكن الاستفادة منها خلال عملية التدريب الرياضي، حيث أن قياس وتقنين الجهد البدني أثناء الأداء يعطي فرصا جيدة لملاحظة المختبر والتعرف على قدراته ومستواه البدني واستعداداته بطريقة علمية، مما يجعل عمليات القياس والتقويم أكثر دقة وواقعية أكثر صدقا، وعليه فيزيولوجيا الجهد البدني هو العلم الذي يعطي تفسيرا ووصفا للتغيرات الوظيفية التي تحدث للجسم نتيجة التعرض للأحمال التدريبية مقنن ومتحكم فيه مسبقا

سواء كان في الميدان أو في المخبر، وبعد دراسة الطالب لمقياس فيزيولوجية الجهد البدني والرياضي حسب مستويات "بلوم" قادر على:

1- الرفع من المستوى المعرفي والتقني للطالب في التخصص والتغيرات الفيزيولوجية المصاحبة.

2- معرفة القواعد الأساسية والمبادئ والمعارف النظرية والتطبيقية المرتبطة بطبيعة التكيفات الفيزيولوجية للرياضي حسب التخصص.

3- قدرة الطالب على الربط بين المعارف النظرية والتطبيقية الخاصة بفيزيولوجية الجهد البدني والرياضي.

4- يحلل الطالب مختلف أنواع التكيفات الفيزيولوجية لمختلف الأجهزة الوظيفية.

5- قدرة الطالب على الربط بين الفيزيولوجيا (الجسم والوظائف الحيوية) وعلاقتها بعلوم الرياضة.

فهرس المطبوعة:

المحور الأول: مدخل إلى علم الفيزيولوجيا

1- أقسام علم الفيزيولوجيا..... 01

1-1- الفيزيولوجيا العامة..... 01

1-2- الفيزيولوجيا المقارنة:..... 01

2- المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضي(الجهد البدني)..... 01

3-التركيب الفيزيولوجي لجسم الإنسان..... 03

أ- الخلية:..... 03

ب- النسيج:..... 04

ت- الأعضاء 04

ث- الأجهزة..... 05

4- مفاهيم بعض المصطلحات الأساسية للفيزيولوجيا..... 06

4-1- علم الفيزيولوجيا..... 06

4-2- الأيض 06

4-3- العتبة الفارقة اللاهوائية..... 06

4-4-الفيزيولوجيا الرياضية (فيزيولوجيا الحركة)..... 06

4-5- الكفاءة اللاهوائية..... 07

4-6- التحمل الهوائي..... 07

4-7- اللياقة الفسيولوجية..... 07

4-8- الكفاءة البدنية..... 07

4-9- الهرمونات 07

4-10- التكيف..... 07

4-11- فيزيولوجية الجهد البدني 08

المحور الثاني: أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي والعلاقة بين الجهد والتكيف

1- أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي 09

1-1- تقنين حمل التدريب 09

1-2- الانتقاء 09

1-3- الاختبارات والمقاييس..... 09

1-4- التعرف على الحالة الفيزيولوجية أثناء التدريب..... 10

1-5- الحالة الصحية..... 10

2- العلاقة بين الحمل التدريبي (الجهد البدني والتكيف)..... 10

2-1- أنواع التكيف..... 10

2-2- الأهداف العامة للتكيف بالنسبة للرياضي..... 11

2-3- التكيفات الفيزيولوجية التي تحدث نتيجة المثير (الجهد البدني) 11

2-4- العلاقة بين التكيف والجهد البدني..... 12

2-5- أثر الجهد البدني على المتغيرات الوظيفية..... 13

2-6- العوامل المؤثرة على التكيف..... 14

2-6-1- العوامل الداخلية..... 14

2-6-2- العوامل الخارجية..... 15

المحور الثالث: التكيف الفيزيولوجي للجهاز القلبي الدوراني للجهد البدني.

أولا- مكونات الجهاز الدوراني..... 16

1- القلب (Heart)..... 16

1-1- الشرايين..... 17

1-2- الشعيرات الدموية..... 18

1-3- الأوردة..... 19

2- الدم Blood..... 20

2-1- البلازما..... 21

2-2- كريات الدم الحمراء..... 21

2-3- كريات الدم البيضاء..... 22

2-4- الصفائح الدموية..... 22

2-5- الدورة الدموية..... 23

2-6-ضغط الدم..... 23

3- أهمية الدم في النشاط البدني الرياضي..... 24

4- أقسام الجهاز الدوراني لجسم الانسان..... 24

4-1- الدورة الدموية الرئوية..... 25

4-2- الدورة الدموية الجهازية..... 25

5- التغيرات التي تحدث أثناء الجهد البدني..... 26

5-1- تكيف الجهاز القلبي الدوراني للجهد البدني..... 26

5-2- حالة تكيف القلب..... 27

5-2-1- التغيرات التكوينية في القلب..... 27
5-2-2- التغيرات الفيزيولوجية في القلب..... 27
5-2-3- مراحل تكيف القلب للمجهود البدني 28
5-2-4- تأثير ممارسة النشاط البدني على القلب..... 28
5-3- تأثير ممارسة النشاط الرياضي (الجهد البدني) على الدم..... 29
5-3-1- تكيف الدم نتيجة الجهد البدني المنتظم..... 29
5-3-2- تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم..... 30
5-4- التغيرات واستجابة الجهاز الدوري للجهد البدني (التمرين)..... 31
5-4-1- زيادة معدل ضربات القلب..... 31
5-4-2- معدل القلب أثناء الراحة..... 31
5-4-3- زيادة حجم الدم المدفوع من القلب..... 32
5-4-4- زيادة الضغط الدموي أثناء الجهد البدني..... 33
5-4-5- زيادة عدد كريات الدم البيضاء أثناء الجهد البدني..... 33
5-4-6- زيادة عدد الصفائح الدموية أثناء الجهد البدني..... 33
5-4-7- زيادة كمية سكر الكلوكوز في الدم أثناء الجهد البدني 34
5-4-8- زيادة الشغيرات الدموية وتفتح أكثر الشعيرات الدموية في العضلات العاملة 34

المحور الرابع: التكيف الفيزيولوجي للجهاز التنفسي للجهد البدني.

1- مكونات الجهاز التنفسي:..... 36
1-1- - الأنف (Nose)..... 36
1-2- الحنجرة (Larynx)..... 36

1-3- القصبة الهوائية (Trachea)..... 36
1-4- الشعيبات الهوائية (Bronchioles)..... 37
1-5- الحويصلات الهوائية (Alveoli)..... 37
2- أرقام عن الجهاز التنفسي..... 38
3- آلية التنفس في الإنسان..... 39
3-1- آليات التنظيم (Mécanisme de régulation)..... 40
3-2- التهوية في التمرينات البدنية (La ventilation à l'exercice)..... 41
4- تركيب الجهاز التنفسي ونظامه..... 42
5- ميكانيكية وتنظيم التنفس:..... 43
5-1- ميكانيكية التنفس..... 43
5-2- عملية الشهيق..... 43
5-3- عملية الزفير..... 43
6- تأثيرا لجهد البدني على الجهاز التنفسي..... 45
7- التغيرات الدائمة في الجهاز التنفسي(التكيف)..... 45
8- التكيف الفيزيولوجي التنفسي نتيجة الجهد البدني..... 46
9- تكيف الجهاز التنفسي نتيجة الحمل التدريبي..... 47
10- أثر الجهد البدني على استهلاك الأكسجين O2..... 48

المحور الخامس :التكيف الفيزيولوجي للجهاز العصبي العضلي للجهد البدني.

الجهاز العصبي والعضلي..... 49
أولا: الجهاز العصبي (Nervous System)..... 49

1- التحكم العصبي (Nervous coordination) 51
1-1- الجهاز العصبي المركزي C.N.S Central Nervous System 51
1-2- الجهاز العصبي الطرفي (المحيطي) Peripheral Nervous System 51
1-3- الجهاز العصبي الذاتي..... 51
2- الإشارة العصبية The nerve impulse 52
3- الخلية العصبية cell Nervous..... 54
4- تركيب الخلية العصبية 55
5- أنواع الخلايا العصبية 56
5-1- الخلايا العصبية الحسية..... 56
5-2- الخلايا العصبية الحركية..... 56
5-3- الخلايا العصبية الداخلية..... 56
6- الإشارة العصبية 56
7- التكيف العصبي نتيجة الجهد البدني 58
8- تكيف وظائف الجهاز العصبي 58
ثانيا: الجهاز العضلي..... 59
1- مكونات الجهاز العضلي:..... 59
2- أنواع الأنسجة العضلية..... 60
2-1- العضلات المخططة والإرادية 60
2-2- العضلات اللاإرادية أو الناعمة 60
2-3- العضلة القلبية 60

3- أنواع التقلص العضلي..... 61
3-1- التقلص ذو الطول المتساوي..... 61
3-2- التقلص ذو التوتر المتساوي 61
4-أنواع عمل العضلات..... 62
4-1- العضلات العاملة..... 62
4-2- العضلات المثبتة..... 62
4-3- العضلات المعاكسة..... 62
4-4- العضلات المساعدة..... 62
5-أنواع الألياف العضلية..... 63
5-1- الألياف العضلية بطيئة الانقباض حمراء (Slow-Twitch Type I) 63
5-2-الألياف العضلية سريعة الانقباض بيضاء (Fast-Twitch Type II)..... 63
6- الخصائص المميزة للنسيج العضلي والجهد البدني..... 64
6-1- خاصية النغمة العضلية والجهد البدني..... 64
6-2- خاصية الانقباض والجهد البدني 64
6-3- خاصية النغمة العضلية وسرعة الاستجابة والجهد البدني 67
6-4- خاصيتي الاستثارة والتوصيل والعلاقة بينهما للجهد البدني..... 67
6-5- خاصية المرونة والجهد البدني..... 68
6-6- التكيفات التدريبية على الألياف العضلية..... 68
7- تأثير الجهد البدني (التدريب) علي نوعية الالياف العضلية..... 69
8- تأثير الجهد البدني على الجهاز العضلي..... 69

8-1- تغيرات مؤقتة..... 69

8-2- تغيرات دائمة..... 70

المحور السادس : التكيف الفيزيولوجي للجهاز الهرموني للجهد البدني.

1-مكونات الجهاز الهرموني (Hormone System)..... 72

1-1- الغدة النخامية (Pituitary Gland)..... 73

1-2- الغدة الدرقية (Thyroid Gland)..... 75

1-2-1- دور هرمون الثايروكسين (T3/T4) أثناء الجهد البدني..... 76

1-3- الغدد جارات الدرقية (Parathyroid Gland)..... 76

1-4-الغدة التيموسية (الزعترية) Thymus Gland 77

1-5- الغدتان فوق الكليتين (الكظرية Adrenal Gland)..... 78

1-5-1- دور هرمون الكورتيزول للغدة الكظرية في الجهد البدني..... 79

1-6-الغدة البنكرياسية (Pancreas)..... 80

1-6-1- دور الأنسولين من غدة البنكرياس..... 81

1-7-الغدد التناسلية (Gonad Gland)..... 81

1-8- الغدة الصنوبرية (Pineal Gland)..... 82

2- الهرمونات..... 83

2-1- أنواع الهرمونات..... 83

2-2- خصائص الهرمونات..... 83

2-3- 2-3- ألية عمل الهرمونات 84

3- الجهد البدني والهرمونات 85
4- الهرمونات المسؤولة عن العمليات الحيوية استجابة للجهد البدني 85
5- دور الجهاز الهرموني في عملية تكيف أجهزة الجسم للمجهود البدني 87
6- تأثير التمرينات (المجهود البدني) على عمل الغدد..... 87
7- تأثير الجهد البدني على بعض الهرمونات..... 88

المحور السابع :التكيف في القمم والمرتفعات.

1- المرتفعات والأداء البدني اعتبارات فسيولوجيه 90
2- الخصائص المناخية في المرتفعات 92
2-1- التغييرات التي تحدث في الضغط الجوي 92
2-2- الضغط الجزئي للأكسجين..... 93
2-3- الجاذبية الأرضية 93
2-4- الأشعة فوق البنفسجية..... 93
2-5- درجة الحرارة..... 94
2-6- كثافة الهواء..... 94
3- التغيرات الفيزيولوجية على الرياضي في المرتفعات 94
3-1- التغيرات الفيزيولوجية 94
3-2- الاستجابات الفيزيولوجية في القمم والمرتفعات 95
3-3- تأثير المرتفعات على المستوى الرياضي..... 95
3-4- التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية..... 96
4- التدريب في المرتفعات وتأثيره على المستوى البدني والرياضي..... 97

5- المرتفعات والتكيف الفيزيولوجي..... 98
6- فترات التكيف في المرتفعات..... 99
6-1- فترة الاقامة وقواعد التدريب..... 99
6-2- فترة العودة قبل المسابقة..... 99
7- تكيف الجهاز الدوري القلبي في المرتفعات..... 100
7-1- استجابات الجهاز القلبي الوعائي في المرتفعات 100
7-2- حجم الدم (Volume sanguin)..... 100
8- التكيفات الحاصلة في المرتفعات للجهاز التنفسي..... 101
8-1- التكيفات التنفسية (Adaptations respiratoires)..... 101

قائمة المراجع.

محاور المطبوعة:

1. **المحور الأول:** مدخل إلى علم الفيزيولوجيا .
2. **المحور الثاني:** أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي والعلاقة بين الجهد والتكيف.
3. **المحور الثالث:** التكيف الفيزيولوجي للجهاز القلبي الدوراني للجهد البدني.
4. **المحور الرابع:** التكيف الفيزيولوجي للجهاز التنفسي للجهد البدني.
5. **المحور الخامس** :التكيف الفيزيولوجي للجهاز العصبي العضلي للجهد البدني.
6. **المحور السادس** : التكيف الفيزيولوجي للجهاز الهرموني للجهد البدني.
7. **المحور السابع** :التكيف في القمم والمرتفعات.

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الخلية الحيوانية	04
02	النسيج	04
03	أعضاء جسم الإنسان	05
04	أجهزة جسم الإنسان	05
05	جهاز القلب	17
06	الشرايين	18
07	الشعيرات الدموية	19
08	الأوردة الدموية	20
09	خلايا الدم	21
10	مكونات الدم	23
11	عمل عضلة القلب (الانقباض الانبساط)	27
12	نبض القلب أثناء الراحة والجهد البدني	32
13	الجهاز التنفسي	35
14	القصبة الهوائية وتفرعاتها	37
15	الحويصلات الهوائية	38
16	أجزاء الجهاز التنفسي	42
17	الجهاز العصبي	50

18	الجهازين العصبيين المركزي والطرفي	52
19	الخلية العصبية	54
20	الاشارة العصبية بين الدماغ والاطراف لأداء الحركة	57
21	مكونات العضلة ومميزاتها	59
22	أنواع عمل العضلات	62
23	منطقة الاتصال العصبي العضلي	66
24	عملية الانقباض العضلي	66
25	الغدة النخامية	74
26	الغدة الدرقية	76
27	الغدة جارات الدرقية	77
28	الغدة الزعترية	78
29	الغدة الكظرية	79
30	الغدة البنكرياسية	81
31	الغدة التناسلية	82
32	الغدة الصنوبرية	83

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تغيرات في أعداد الشعيرات الدموية و مساحة المبادلات الدموية لدى رياضيين متدربين و غير متدربين قبل و بعد التدريب	31
02	عملية الشهيق والزفير	39
03	الفرق بين أنواع العضلات	61
04	الهرمونات المحتمل تدخلها في العمليات الحيوية استجابة للنشاط البدني	87-86
05	مستويات المرتفعات ونسبة الضغط الجوي على مستوى البحر	91

المحور الأول: مدخل إلى علم الفيزيولوجيا

1- أقسام علم الفيزيولوجيا:

1-1- الفيزيولوجيا العامة:

فيزيولوجيا المجموعات الخاصة: تعنى بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من النبات أو الحيوان مثل فيزيولوجيا (الحشرات، الأسماك، ...) ويعتبر الإنسان فرعا أساسيا من الثدييات ويتميز عن باقي الكائنات بالعقل والتفكير وسوف نهتم هنا بدراسة فيزيولوجيا الإنسان لغرض البحث في تطوير القدرات البدنية والمهارية للفرد.

1-2- الفيزيولوجيا المقارنة:

وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة مثال على ذلك أننا لو أردنا دراسة ظاهرة التنفس فإن الإنسان يتنفس والحيوان يتنفس والنبات يتنفس ولكن طريقة تنفس وميكانيكية التنفس تختلف من كائن إلى آخر وعليه فإن الآلية تختلف والأعضاء تختلف، يبحث علم وظائف الأعضاء المقارن فيتنوع الخصائص الوظيفية للكائنات الحية، ويشمل علم وظائف الأعضاء التطوري، وعلم وظائف الأعضاء البيئية.

2- المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضي(الجهد البدني) :

تعتبر عملية التدريب في أساسها عملية فسيولوجية تهدف إلى تحسين كفاءة أجهزة الجسم الفسيولوجية المختلفة , وبالتالي تحسين الأداء، ولذلك فإن هناك بعض المبادئ والأسس الفسيولوجية التي تعتمد عليها عملية التدريب حتى تحقق أهدافها ونستعرضها فيما يلي :

- **مبدأ التخصصية:**

يعتبر مبدأ التخصصية أحدى المبادئ الأساسية الهامة للتدريب , وقد أظهرت الدراسات الحديثة أهمية التركيز على نوعية التخصص الرياضي للاعب، بمعنى أن تركيز عملية التدريب يجب أن ينصب أساسا على متطلبات اللعبة من

الناحية الفسيولوجية والمهارية والخططية بمعنى أن برامج التدريب يجب أن تعمل على تحسين نظم الطاقة الأساسية المرتبطة باللعبة , وأيضا التركيز على العضلات المستخدمة في نفس اللعبة .

- مبدأ الفروق الفردية :

يعني مبدأ الفروق الفردية أن اللاعبين جميعا ليسوا متشابهين في استجابتهم للتدريب بنفس الطريقة، حيث توجد فروق فردية في الوراثة والنمو ونظام التغذية وساعات النوم وغيرها من العوامل الشخصية والبيئية بالإضافة إلى العوامل النفسية ومدى الدوافع والميول اتجاه التدريب.

- مبدأ التنويع :

يجب أن يتميز البرنامج التدريبي بالتنويع وعدم التكرار والممل , ويفيد في استخدام التنويع ما بين العمل والراحة , وارتفاع الشدة وانخفاضها السريع في جرعات التدريب في مختلف مراحله وفتراته , وهذا يساعد على عدم الممل .

- مبدأ التسخين والتهدئة:

يجب الالتزام في كل جرعة تدريبية بتخصيص وقت للتسخين بداية كل حصة تدريبية وللتهدئة في نهاية جرعة التدريب حيث يفيد التسخين في إعدد الجسم للأداء العنيف والوقاية من الإصابات .

- مبدأ التدريب طويل المدى :

يتحقق التأثير طويل المدى للتدريب من خلال التدرج المنتظم لزيادة حمل التدريب وتدرج تطوير المؤشرات الفسيولوجية وارتباطها بالأداء.

- مبدأ زيادة الحمل :

بعد أن تحدث عملية التكيف فإن الحمل التدريبي المستخدم لا يؤدى إلى حدوث تأثيرات تؤدى إلى تطور حالة اللاعب , ولذلك فلابد من زيادة حمل التدريب بصفة مستمرة .

- مبدأ التكيف:

يتم خلال تنفيذ البرنامج تحقيق عملية التكيف التي يصاحبها نوع من التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية وتظهر في شكل تحسن كفاءة عمل الأجهزة المختلفة وعملية التكيف تشمل :

- حدوث تحسن في عمل القلب والجهاز التنفسي.
- حدوث تحسن في التحمل العضلي والقوة .
- حدوث تحسن في كفاءة عمل (العظام- الأوتار- الأربطة- الأنسجة العضلية- وجعلها أقوى)

وعليه يجب إعطاء الوقت الكافي لعملية التكيف حتى تكون ايجابية وعدم الإسراع في التدريب.

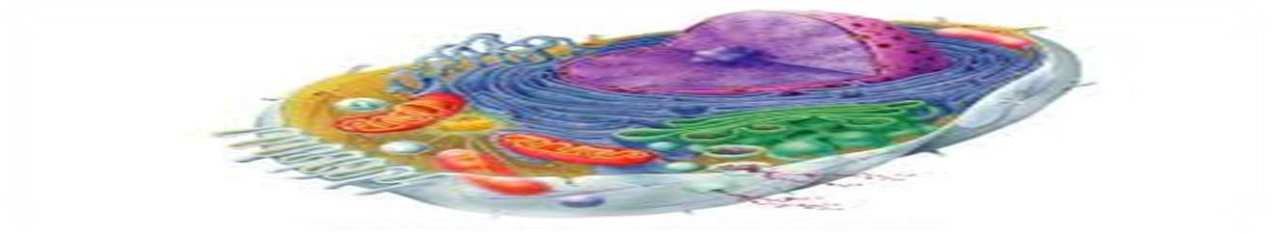
- مبدأ التدرج:

حتى تنجح عملية التكيف وتطوير المستوى وحتى تنجح عملية زيادة الحمل التدريب , يجب أن يراعي المدرب مبدأ التدرج في زيادة الحمل بمعنى أن الزيادة السريعة قد لا تؤدي إلى التكيف كما قد تؤدي إلى الإجهاد. (أبو العلا عبد الفتاح، 1997، صفحة 198)

3- التركيب الفيزيولوجي لجسم الإنسان:

أ- الخلية:

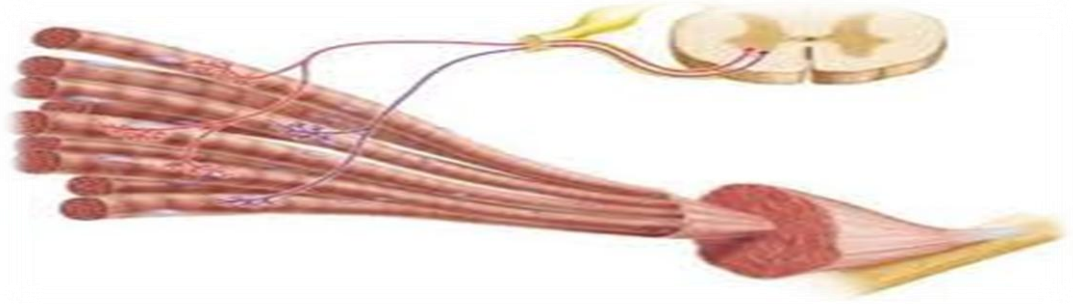
هي الوحدة البنائية والوظيفية الأساسية والحية في الجسم في جميع الكائنات الحية حيث أن الخلية تتكون من مواد كيميائية ضرورية لاستمرارية الحياة وهذه المواد مكونة من ذرات، وتختلف الخلايا اختلافا كبيرا في أحجامها وأشكالها، وبرغم هذه الاختلافات بينها إلا أن لها صفات تركيبية أساسية تشترك فيها معظم الخلايا، وعلى سبيل المثال في كل الخلايا يتحد الأكسجين مع السكريات والدهون والبروتينات لتحرير الطاقة التي تحتاجها وظائف الخلية، والخلية حسب النظرية الخلوية هي وحدة التركيب والوظيفة والانقسام والوراثة في الكائن الحي (سعد كمال طه، 1995، صفحة 83).



الشكل رقم (01): يمثل الخلية الحيوانية

ب–النسيج:

هو مجموعة من الخلايا التي تعمل معا لأداء وظيفة معينة، تتكون الأنسجة من الخلايا والمواد التي بين الخلايا وتنقسم أنسجة الجسم الأساسية إلى عدة أقسام منها النسيج الضام، والنسيج الليفي والنسيج العضلي والعصبي والنسيج الظهاري.



الشكل رقم (02): يمثل النسيج

ت– الأعضاء:

هي مجموعة من الأنسجة التي تقوم بعمل وظيفة معينة أو عدة وظائف وهي نوعان أعضاء داخلية وهي الأعضاء التي تكون تحت الجلد ولا نراها وغالبها أعضاء حيوية مثل الكبد، والكليتين، والرئتين، والقلب والدماغ وغيرهم من الأعضاء وهناك أعضاء خارجية وهي أعضاء تكون ظاهرة للعيان مثل العين والأنف والحواس بصفة عامة (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 43).

الشكل رقم (03): يمثل أعضاء جسم الإنسان

ث-الأجهزة:

هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفيا والأجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيدا ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف، مثلا الجهاز الهضمي يؤدي وظائف عديدة وهي تناول الغذاء وهضمه وامتصاصه ثم الطرح إذا أن جسم الإنسان هو مجموعة من الأجهزة المعقدة (العصبي، التنفسي، التناسلي، الدوري...الخ) يتألف كل منها من عدة أعضاء، وكل عضو من عدة أنسجة، وكل نسيج من عدة خلايا ومحصلة هذه الوظائف جميعا تكون ما يسمى بالنشاطات الحيوية للإنسان.

الشكل رقم (04): يمثل أجهزة جسم الإنسان

4- مفاهيم المصطلحات الأساسية للفيزيولوجيا:

4-1-علم الفيزيولوجيا (physiology):

هو العلم الذي يهتم بدراسة وظائف الجسم الحيوية وكيفية عمل الأعضاء والأجهزة الجسمية المختلفة وهو جزء من العلوم الطبية العامة (general medicine sciences) (سميعة خليل محمد أمين، 2008، صفحة 11).

4-2-الأيض:

هو عملية كيميائية حيوية يقوم فيها الجسم بتحويل الغذاء إلى طاقة وذلك عن طريق سلسلة من التفاعلات الكيميائية يقوم فيها بهدم المواد الغذائية داخل الجهاز الهضمي وتحويلها إلى طاقة من خلال بناء وهدم الخلايا والأنسجة، وكل التغيرات الكيميائية (الاستجابات) التي تحدث في الجسم أثناء إنتاج الطاقة للشغل أو العمل، وهي عبارة عن التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الأولية المختلفة بعد امتصاصها من القناة الهضمية إلى الدم إلى أن تتأكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقة أو الحرارة التي يحتاجها الجسم لبناء مادته أو الحفاظ على حياته (Gaillard R et Servien E، 2017، صفحة 58).

4-3- العتبة الفارقة اللاهوائية :

مستوى شدة الحمل البدني التي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه، أي قدرة العضلات على العمل مع كفاءة الأنظمة الخاصة بتخليص الجسم من حامض اللاكتيك الناتج عن ذلك.

4-4 الفيزيولوجيا الرياضية (فيزيولوجيا الحركة):

هو العلم الذي يستهدف استكشاف التأثيرات المباشرة والبعيدة المدى التي تسببها الحركة البدنية (التمرينات البدنية) في وظائف العضلات والأعضاء والأجهزة الجسمية المختلفة وعلاقة هذه النشاطات بالصحة واللياقة البدنية، ويعد هذا العلم ميدان فرعي من الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) حيث يهتم بدراسة التغيرات التي تحدث للفرد الرياضي نتيجة

ممارسات النشاطات الرياضية المختلفة وذلك لأن جسم الرياضي يتعرض إلى العديد من التغيرات الوظيفية جراء الجهد البدني (سميعة خليل محمد أمين، 2008، صفحة 11).

4-5- الكفاءة اللاهوائية :

قدرة الفرد في تكرار انقباضات عضلية قوية تعتمد على إنتاج الطاقة بطريقة لاهوائية وبمعدل زمني لا يزيد عن (1 – 2) دقيقة .

4-6-التحمل الهوائي:

قدرة الجسم على استهلاك أكبر قدر من الأوكسجين خلال وحدة زمنية معينة وبالتالي إنتاج طاقة حركية تمكن الفرد من الاستمرار في الأداء البدني لفترة طويلة مع تأخير ظهور التعب .

4-7- اللياقة الفسيولوجية :

لياقة كل وظائف الجسم المختلفة وكفاءة عمل جميع أجهزته.

4-8- الكفاءة البدنية :

كفاءة الجسم في إنتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية خلال النشاط البدني، مع إمكانية الجسم في توفير مواد الطاقة الهوائية واللاهوائية اللازمة لأداء أقصى عمل عضلي ميكانيكي والاستمرار فيه لأطول فترة زمنية ممكنة .

4-9- الهرمونات :

مادة كيميائية تنتج بواسطة خلايا خاصة (الغدد) وتفرز داخل الدم حيث تنتقل لتؤثر على الأنسجة المحددة .

4-10- التكيف:

التكيف كمصطلح عام يعني التألقم للظروف البيئية وفي مجال فيزيولوجية الجهد البدني فإن الظروف البيئية تعني تغيرات البيئة الفيزيولوجية الداخلية للجسم والبيئة الخارجية المرتبطة بظروف التدريب الرياضي والعوامل المؤثرة عليه والتكيف

يعني تغييرا أو أكثر في البناء أو الوظيفة تحدث بصفة خاصة كنتيجة لتكرار مجموعات من التمرينات البدنية لفترة من الوقت، كما أنه يمثل التغيير الحادث في أجهزة الجسم المختلفة والذي يستهدف مستوى أعلى من الكفاءة والناتجة عن التعرض لحمل بدني يتعدى درجته مستوى التوازن الطبيعي في جسم الكائن الحي وأجهزته المختلفة مما يؤدي بالتالي إلى إخلال حالة التوازن المشار إليها بصورة تعكس تغلب عمليات الهدم على البناء(فاضل دحام منصور المياحي، 2022، صفحة 245).

4-11- فيزيولوجية الجهد البدني:هو العلم الذي يتناول دراسة استجابة (Response) وظائف أعضاء الجسم وتكيفها(Adaptation) لكل من الجهد البدني والتدريب، والنظرة الفيزيولوجية تسمح بمعرفة الميكانيزمات التي يتأقلم الجسم بواسطتها مع المجهود البدني ويمده بالطاقة اللازمة لقيام بمجهود بدني (أبو العلا عبد الفتاح، 2003، صفحة 46).

المحور الثاني: أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي والعلاقة بين الجهد والتكيف

1- أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي:

1-1- تقنين حمل التدريب:

إن تقنين حمل التدريب بما يتناسب والقدرة الفيزيولوجية للرياضي تعد من أهم العوامل لنجاح البرنامج التدريبي ومن ثم تحسين الإنجاز في المجال الرياضي، إذ يعد حمل التدريب هو الوسيلة الأساس لإحداث التأثيرات الفيزيولوجية مما يحقق تحسين استجابة وتكيف أجهزة الجسم، إذ أن استخدام أحمال بدنية يقل مستواها عن إمكانية الرياضي الفيزيولوجية سوف لن تؤدي إلى تطوير أجهزته الداخلية ويصبح التدريب مضيعة للوقت أما إذا زادت هذه الأعمال عن قابلية الرياضي فإنها سوف تؤدي إلى الإرهاق وتدهور الحالة الصحية للرياضي وكثرة الإصابات.

1-2- الانتقاء:

إن اكتشاف الخصائص الفيزيولوجية التي يتميز بها الفرد يتم من خلال اختبار أجهزة الجسم ثم توجيهه لممارسة نشاط معين بما يتناسب وخصائصه البيولوجية وذلك سوق يؤدي إلى تحسين المستويات الرياضية المتميزة خلال المنافسات مع الاقتصاد في الجهد والوقت والمال الذي قد يبذل مع أفراد ليسوا صالحين في ممارسة أي نشاط أو إن قابليتهم محدودة في هذا النشاط أو ذاك، إذ يتم توجيه الرياضي إلى الفعالية المناسبة مع إمكانياته وقدراته الفيزيولوجية.

1-3- الاختبارات والمقاييس:

تعد الاختبارات الفيزيولوجية من أهم العوامل التي يجب أن تصاحب البرنامج التدريبي حتى نتمكن من التأكد من ملائمة حمل التدريب لمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع وخفض حمل التدريب على وفق هذه الاختبارات، كما وتساعد الاختبارات الفيزيولوجية على الكشف عن أي خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك قبل أن تتفاقم لدى الرياضي مما قد يؤدي إلى عدم المشاركة في التدريب أو المنافسة.

1-4- التعرف على الحالة الفيزيولوجية أثناء التدريب:

لكي يفهم المدرب مدى تطابق مكونات الحمل مع قدرة الرياضي أثناء أداء مجموعات التمارين البدنية لابد من ملاحظة مؤشرات الجسم أو المقابلة (سؤال الرياضي) أو من خلال الزمن (الأداء أو الراحة) وهذا يعتمد على مدى التقويم الذاتي وصدق الرياضي، فإن الفهم الصحيح والتطابق ما بين مكونات الحمل الخارجي وإمكانية وقدرة الأجهزة الداخلية (الحمل الداخلي) للرياضي تأتي من خلال المؤشرات الفيزيولوجية مثل (النبض أثناء أو بعد الجهد أو الأداء مباشرة لمعرفة شدة الحمل البدني الممارس فضلا عن النبض وقت الراحة لمعرفة هل وصل الرياضي إلى مرحلة الاستشفاء أو لا وفق القدرة البدنية المراد تطويرها إضافة إلى الراحة بين المجاميع والتكرارات.

1-5- الحالة الصحية :

إن تحسين الحالة الصحية للرياضي واحدة من الأهداف التربوية للتدريب الرياضي. إن التقنين الخاطئ لحمل التدريب يؤدي إلى حدوث خلل في أجهزة الرياضي، ولعل السبب المباشر لعلماء الطب الرياضي وفسيولوجيا التدريب عن الكشف على الحالة الصحية للرياضي إنما ناتج عن الزيادة الهائلة لأحمال التدريب من حيث الحجم والشدة، وهذا مما يتوجب على المدرب فهم البيانات الفسيولوجية عن تأثير حالة التدريب على حالة الرياضي الصحية، إن قلة الفهم الفسيولوجية من قبل المدرب واللاعب عن كيفية تخليص الجسم من الحرارة وأهمية تناول الماء في الجو الحار فضلاً عن التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء ممارسة النشاط الرياضي قد تؤدي إلى الأضرار بالرياضي من الناحية الصحية فضلاً عن نوع الغذاء المتناول (Tupin Bernard, 1990, p. 248).

2- العلاقة بين الحمل التدريبي (الجهد البدني والتكيف):

2-1- أنواع التكيف:

2-1-1- من الناحية الفيسيولوجية:

وتشمل التقدم الذي يحدث في مقدرة الأجهزة الوظيفية وعمليات الطاقة والدفع القلبي وغيرها وحجم القلب والشعيرات الدموية ومقاييس الجسم والعضلات.

2-1-2- أما من الناحية التدريبية:

فتظهر نتيجة أداء الأحمال يحصل تكيف بيولوجي إيجابي (Bio Positive) ، وتكيف بيولوجي سلبي (Bio Négative)، فعند استخدام مثيرات بصورة مثالية كما و نوعا يحصل تحسن في مستوى الإنجاز (تكيف إيجابي)، أما إذا استخدمت مثيرات أكثر من قدرة الأجهزة والأعضاء مما يؤدي إلى الإضرار بكل أو بعض جوانب الإنجاز فيطلق عليه (تكيف سلبي)، يحدث تطور سريع بالتكيف عند بداية التدريب ثم يسير ببطء بعد ذلك.

2-1-3- أما من الناحية الزمنية:

فيتم التفريق بين أجهزة وأعضاء يحدث فيها تكيف سريع وأخرى بطيء، ومن الأجهزة التي يحدث فيها تكيف سريع (العضلات) الجهاز الحركي الإيجابي، أما الأجهزة التي يحدث تكيف بطيء فهو الجهاز الحركي السلبي (العظام، الأربطة، الأوتار) (خالد تميم الحاج، 2017، صفحة 176).

2-2- الأهداف العامة للتكيف بالنسبة للرياضي:

- تحسين وظائف القلب والتنفس والدورة الدموية.
- من أهداف التكيف هو الاقتصاد في العمل العضلي.
- تحسين القوة العضلية والقدرة والتحمل العضلي.
- زيادة كفاءة عمل العضلات والأربطة والعظام.

2-3- التكيفات الفيزيولوجية التي تحدث نتيجة المثير (الجهد البدني):

تقسم أهم التكيفات الحادثة في الأجهزة الوظيفية داخل الجسم والناتج إلى ما يلي:

- تحسين في وظائف القلب والدورة الدموية والتنفس وحجم الدم المدفوع.

– تحسين النشاط الهرموني والأنزيمي.

– زيادة مخزون إنتاج الطاقة والخلايا العضلية (ساري أحمد حمدان ، نورما عبد الرزاق سليم، 2001، صفحة 243).

2-4- العلاقة بين التكيف والجهد البدني:

هو كل نشاط بدني مبني على تخطيط مسبق وفق برنامج مضبوط ذو طابع بنيوي يؤدي بانتظام الغرض منه تنمية عنصر أو مختلف عناصر اللياقة البدنية والمحافظة عليها، ودفع الجسم للتكيف مع ظروف محفزة ومتعبة له مقارنة مع الجهود اليومية البسيطة، وذلك بتحقيق توازنه الداخلي مع ظروف هذا النشاط العالي البذل بالنسبة لما دونها من الأنشطة البدنية اليومية.

عند التخطيط للتدريب يجب إيجاد علاقة منتظمة بين الحمل والتكيف مع مراعاة ما يأتي:

1. لا يحدث التكيف إلا عندما تتناسب شدد المثيرات تناسبا جيدا مع مستوى مقدرة الفرد، وكلما زادت متطلبات الحمل عن مستوى مقدرة اللاعب وكانت عناصر الحمل غير مناسب أدى ذلك إلى الإضرار بالتكيف.

2. عملية التكيف هي نتيجة التبادل السليم بين فترات الراحة وفترات الحمل، أي أن التكيف يحدث أثناء الراحة، وقد أثبتت التجارب أن الجسم لا يقوم بإعادة المواد التي استهلكت فقط بل إلى أنتاج طاقة جديدة وبنسبة أكبر من الحالة الأولى.

3.أن عملية التكيف تحقق للاعب نتائج رياضية أعلى وتزيد من قدراته، وقد أوضحت التجارب أن أداء حمل ثابت غير متغير يقلل بالتدريج التعب الناتج عنه وبذلك ينخفض أثره التدريبي.

4. نظرا لأن الأجهزة الداخلية تتلاءم مع متطلبات الحمل، وعندما يحصل أن يقل الحمل بصورة مفاجئة لسبب ما، فإن ذلك يؤدي إلى إعاقة التقدم في مستوى الرياضي كما يمكن أن تؤدي إلى حصول الإصابات عند العودة إلى التدريب بصورة مفاجئة، لذلك يرفض المختصون فكرة وجود فترة انتقالية تستمر لفترة طويلة.

5. يحدث في التدريب عندما يتم استخدام تمرينات جديدة زيادة في عملية التعويض وأن كانت نسبية، وكلما إقترب الحمل من القيمة المثالية (Overload) كلما كان التعويض أكثر وضوحا وتبرز أحيانا ظاهرة تسمى (التطور الوثبي) أو ما

يسمى (التحول المتأخر)، وهي ظاهرة يتعرض إليها بعض اللاعبين حيث يبقى المستوى لفترة طويلة دون تغيير وفجأة يحصل تحسن وتطور في قابليته.

6. تتم عملية التكيف في الأجهزة الداخلية في نفس الاتجاه الذي يرسمه المدرب أي أن نوع الحمل هو الذي يحدد التكيف، فإن الحمل الذي يتكون من حجم قليل وشدة عالية فإن التطور هنا للقوة والسرعة والحمل الذي يتكون من حجم كبير وشدة قليلة أو متوسطة فانه يطور المطاولة، إن العلاقة بين الحمل والتكيف علاقة حتمية وأساسا جوهريا لحدوث تقدم في المستوى، وتعتمد في المقام الأول على العلاقة بين مستوى الجهد (الحمل) وفترة الراحة ولذا يجب النظر إليها على أنهما وحدة واحدة يؤثر كل منهما في الآخر تأثيرا مباشرا، وقد يؤدي هذا التأثير إلى الارتقاء بالمستوى إذا كان مناسبا لمستوى الحالة التدريبية أو على العكس انخفاض أو إعاقة تقدم المستوى إذا تم تجاهله، وتحدث عملية التكيف نتيجة للعلاقة السليمة بين فترات الحمل وفترات الراحة، فإذا ما أدى اللاعب بحمل مناسب فأن قدرته على الأداء تقل تدريجيا لاستهلاك القوة الوظيفية لأجهزة الجسم وهنا تكمن عملية التكيف حيث يتطلب الجسم فترة من الراحة لاستعادة المستهلك من الطاقة وعند تكرار نفس الحمل في فترة التعويض الزائد يتم نفس التأثير، ومن حدوث تكيف لأعضاء وأجهزة الجسم عند هذا المستوى من الحمل (توازن بين عمليتي الهدم والبناء) (فاضل دحام منصور المياحي، 2022، صفحة 245).

2-5- أثر الجهد البدني على المتغيرات الوظيفية:

ليس بالضرورة إمكان ملاحظة التغيرات الناتجة عن التدريب من الناحية الوظيفية بالعين المجردة، من خلال متابعة تأثير برنامج تدريبي واحد، فللتدريب تأثيره الخاص ومظاهره الناتجة عن تنفيذ برنامج يستخدم تمرينات معينة تتصف بالخصوصية إلى حد كبير، فالزيادة الناتجة في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بعد برنامج تدريبي يستمر لمدة تسعة أسابيع باستخدام الأرجوميتر، تقل كثيرا عما يحدث في حالة ما إذا كان البرنامج معتمدا على تمرينات الجري والسباحة والتجديف والدراجات، هذا بالإضافة إلى أن التغيير في طبيعة أداء التمرين الواحد كالجري مثلا يؤدي إلى اختلاف

معدلات التغيير في هذه الخصائص، فالبرامج المعتمدة على العدو تختلف عن البرامج التي تعتمد على الجري لمسافات طويلة من حيث نسبة تراكم حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم والعضلات ومعدلات الاستنفاذ وإعادة بناء جلايكوجين العضلات، وللتدريب تأثيره الخاص على المجموعات العضلية المعينة بالتمرينات المستخدمة، فتدريب عضلات الذراعين لا تظهر آثاره بشكل ملحوظ على عضلات الرجلين، إلا أن تدريب المجموعة العضلية قد يؤثر على استخدامات هذه المجموعات في الأنماط الحركية المشابهة لطبيعة أداء التمرين، بمعنى أن للتدريب تأثيره على الأنماط المتشابهة إلى حد ما، إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار أهمية تصميم برامج التدريب و اختيار أنواع التمرينات التي تتشابه والتركيب الديناميكي للأداء المهاري المطلوب، وبشكل عام كلما طال زمن التدريب وزاد عدد الوحدات التدريبية في البرنامج وزادت شدة التدريب، كلما كان معدل التغير المطلوب في حالة التكيف البدني أكبر، إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار بأنه هذه القاعدة لا تنطبق على جميع المتغيرات المطلوب التأثير فيها، فاستخدام التدريب الفتري لا يؤثر على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (أبو علاه أحمد و أحمد نصر الدين سيد، 2003، صفحة 365) .

2-6- العوامل المؤثرة على التكيف:

تتأثر عمليات التكيف بنوعين من العوامل:

2-6-1- العوامل الداخلية:

أ- العمر:

تتميز الأعضاء الداخلية في المراحل التي تسبق المراهقة بمستوى عالي من التكيف بينما تكون أصلح المراحل لتطوير قدرات الأسس البدنية هي مراحل المراهقة، ومع تقدم في السن تنخفض قدرة الأعضاء الداخلية للإنسان على التكيف إلا أنها تبقى متوافرة من حيث المبدأ وحتى مراحل العمر المتقدمة.

ب- الجنس:

تتوقف قدرة الأجهزة والأعضاء الداخلية للإنسان للتكيف على نوع الجنس فعلى سبيل المثال، يكون مستوى التكيف وقابلية عضلات المرأة للتدريب أقل منها بالنسبة للرجل وذلك بسبب قلة محتوى عضلات المرأة من هرمون التستوستيرون.

ج- الحالة التدريبية:

كلما انخفض مستوى إنجاز الفرد كلما سارت ميكانيكية التكيف بصورة أسرع وحدث التكيف بمدى أوسع، بحيث تطور سريع في مستوى التكيف عند بداية التدرب والتمرن ثم يسير بعد ذلك بصورة أبطا وأصعب (إقبال محمد ومحمد أحمد سويدان، 2006، صفحة 145).

2-6-2- العوامل الخارجية: وتشمل ما يلي:

أ- التغذية:

لا يمكن ضمان حدوث عمليات التكيف بمثالية إذا لم يتم توفير الأسس اللازمة والضرورية للبناء عن طريق تغذية سليمة ووفيرة.

ب- مستوى الحمل:

يلعب التتابع السليم للمثيرات وعناصر الحمل (الشدة-الحجم-الكثافة) دورا حاسما في نوع وحجم عمليات التكيف (فاضل دحام منصور المياحي، 2022، صفحة 245).

المحور الثالث: التكيف الفيزيولوجي للجهاز القلبي الدوراني للجهد البدني

مقدمة:

سبقت الإشارة إلى أن العمل العضلي المتواصل يعتمد على الوظائف التكاملية integrative functions لكافة الأجهزة والأعضاء المشتركة في العمل. خاصة أن التمثيل الغذائي الخلوي يحتاج إلى استمرار الإمداد بالمواد الغذائية، والتخلص من فضلات التمثيل الغذائي لتوفير بيئة ثابتة constant environment لكافة الخلايا العضلية، وتتحقق عملية تبادل المواد المستمرة، وعملية الحفاظ على بيئة ثابتة للخلايا في الكائنات وحيدة الخلية عن طريق التبادل المباشر بين البيئة والخلايا، أما الكائنات الأكثر تعقيدا مثل الإنسان فإن الجهاز القلبي الدوراني والمكون من جهاز أنابيب دائرية مغلقة، والقلب كمضخة لهذه الدائرة الكبيرة يوفر للخلايا العضلية بيئة مناسبة ولكافة الخلايا الحية بالجسم حيث يدفع القلب الدم إلى الشرايين ومنها إلى الشعيرات الدموية capillaries، حيث يتم تبادل المواد بين الدم والأنسجة هناك ثم يعود الدم مرة أخرى للقلب خلال الأوردة، وتبدأ الدورة من جديد لذلك فإن الدورة الدموية تعتبر عاملا هاما في الوظيفة التكاملية للخصائص الكيميائية والفيزيائية للجسم.

الجهاز الوعائي القلبي Cardiovascular system أو يسمى جهاز الدوران the Circulatory system

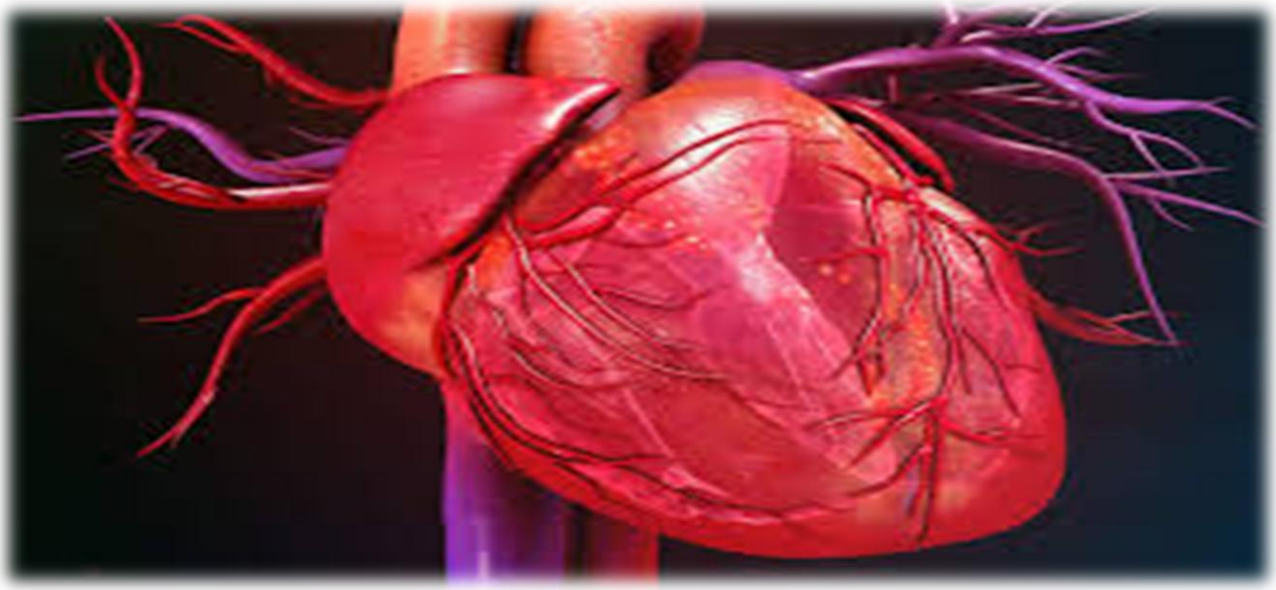
أو الجهاز الناقل Transport system

أولا: مكونات الجهاز الدوراني:

1- القلب (Heart):

هو أهم عضو في الجهاز الدوري يقوم بضخ الدم في الجسم وتوجد عضلة القلب في منتصف الصدر، حيث أن كمية الدم التي يضخها في الحالة الطبيعية تبلغ 4.5 إلى 5 لتر في الدقيقة ويمكن أن تزداد إلى ثلاث أضعاف عند القيام بتمارين رياضية وتحتاج العضلة القلبية إلى 8 بالمئة من الأكسجين الذي يحمله الدم لإنتاج طاقة الضخ بالتالي فهي حساسة جدا

لنقص الأكسجين، وأي نقص في كمية الأكسجين الوارد إليه يؤدي إلى نوع من الاستقلاب اللاهوائي يؤدي لألم يعرف بالذبحة الصدرية، والقلب عبارة عن مضخة مزدوجة ماصة كابسة يأخذ الدم من بعض الأوعية الدموية ويدفعه في أوعية دموية أخرى ويتكون من أربع حجرات حجرتان لاستقبال الدم وحجرتان لتوزيعه وهو مقسم طوليا إلى قسمين أيمن وأيسر بحواجز (SEPTA) عضلية. (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 58)



الشكل رقم (05): يمثل جهاز القلب

1-1- الشرايين(Arteries) نقل الأكسجين:

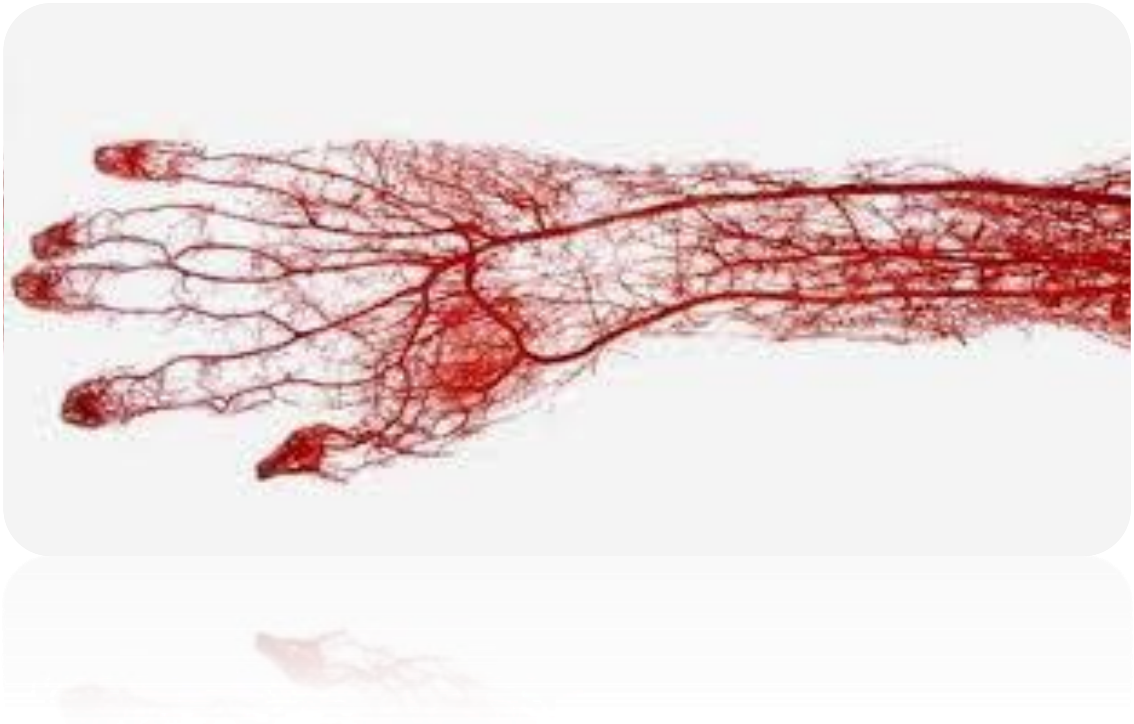
الشرايين هي أنابيب ذات ضغط عالي، تسير الدم المحمل بالأكسجين إلى الأنسجة، إن الشرايين تتكون من طبقات من أنسجة متماسكة وعضلات ناعمة وجدران هذه الأوعية سميكة بحيث أنه لا يحصل تبادل غازات بين الدم في الشريان

والنسيج المحيط، يدفع الدم أو يضخ من البطين الأيسر إلى العضلة العليا للأورطي ويوزع في أنحاء الجسم من خلال الأوردة، ويتكون جدار الأوردة من أنسجة دائرية لعضلات ناعمة بحيث أن أي انقباض أو انبساط يتكيف مع تدفق الدم.

الشكل رقم (06): يمثل الشرايين

1-2- الشعيرات الدموية (capillaries):

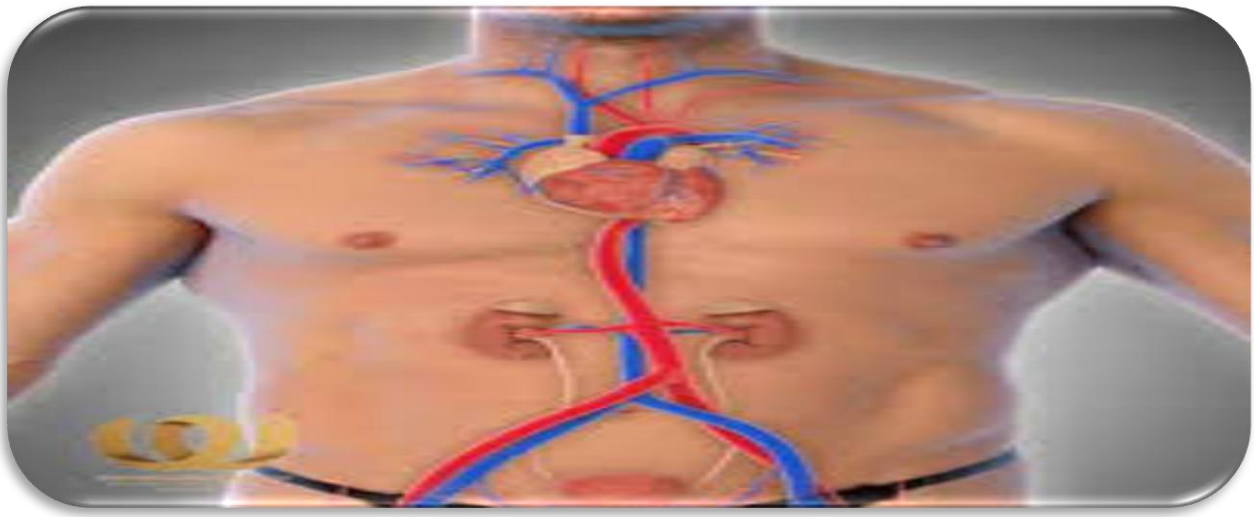
كلما ابتعدت الشرايين عن القلب كلما تفرعت وأصبحت أكبر عددا وأكثر دقة، ونسمى الفروع المتناهية الدقة بالشعيرات، يصل قطرها حوالي 10 ميكرون (الميكرون 0.001 مم) وجدرانها دقيقة تسمح بنفاذ الغازات والمواد الذائبة من الدم إلى الأنسجة ومن الأنسجة إلى الدم بسرعة ويسر، وقد أمكن تقدير المساحة المتاحة لتبادل المواد في شبكات للشعيرات الدموية بحوالي فدان كامل (دونم) أي مقدار 43650 قدم مربع كما أمكن تقدير مجموع طول الشعيرات الدموية في الإنسان البالغ بما يقارب من 60000 ميل (Gibala M.j.، 2015، صفحة 243).



الشكل رقم (07) : يمثل الشعيرات الدموية

1-3-الأوردة(Veins):

وهي الأوعية التي تحمل الدم إلى القلب أو في اتجاهه. ويتكون جدار الوريد من نفس الطبقات التي يتكون منها جدار الشريان، إلا أن الألياف المرنة وسمك الطبقة الوسطى أقل ، فبذلك يكون جدار الوريد أقل سمكاً من جدار الشريان. يوجد في معظم الأوردة خصوصاً الأوردة السفلية من الجسم و صمامات موجهة تسمح بسير الدم نحو القلب ، ولا تسمح برجوعه إلى الخلف، وجميع الأوردة تحمل دماً غير مؤكسد ما عدا الأوردة الرئوية التي تصب الدم بالأذين الأيسر، أي الأوردة لونها أزرق تحمل الفضلات وثاني أكسيد الكربون وتطرحها للكلية والكبد والمبايض (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 59).



الشكل رقم (08): يمثل الأوردة الدموية

2- الدم Blood :

هو من الأنسجة الرابطة السائلية ولكنه أكثرها ديناميكية وتخصصا في الجهاز الدوري وتضاف للدم في كل لحظة عشرات الأنواع من المواد المختلفة في القناة الهضمية على شكل نواتج هضم المواد الغذائية المختلفة كما يضاف إليه الأكسجين من الرئتين وهرمونات عديدة وتزال من الدم أنواع مختلفة من المواد على شكل فضلات تطرح بواسطة الكلتين من البول أو CO_2 بواسطة الرئتين وعلى الرغم من الاضافة والطرح يبقى الدم محافظا على تركيبه ومكوناته وخواصه ويشكل الدم المحيط الداخلي للجسم الذي يتميز بالثبوتية بالرغم من تبدل المحيط الخارجي ويشكل حوالي 05 أمتار وحسب وزن الجسم (يبلغ 7.7% من وزن الجسم).

وهو نسيج معقد يحتوي على الكثير من أنواع الخلايا ويعمل كأداة نقل vehicle لمعظم عمليات تنظيم الثبات الداخلي للجسم كما أنه يلعب دورا في كل الوظائف الفيزيولوجية للجسم تقريبا.

يتركب من بلازما عديمة اللون تقريباً (55%) وأجسام تسبح فيها (45%) (صباح ناصر العلواجي، 2014، صفحة 158).

الشكل رقم (09): يمثل خلايا الدم

2 -1- البلازما (plasma):

وهي منشأ السائل النسيجي ، فهي تحمل أغذية مذابة وفضلات وإفرازات داخلية وبعض الغازات، وتتكون من حوالي 92%ماء بالإضافة إلى بروتينات ومواد عضوية أخرى، وحوالي 0.9% أملاح غير عضوية معظمها من كلوريد الصوديوم.

الأجسام السابحة في البلازما : وهي كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفيحات الدموية.

2- 2- كريات الدم الحمراء (Erythrocytes):

وهي خلايا تغيب منها النواة في الثدييات ، تبدو كأقراص مستديرة مقعرة الوجهين ، يحتوى السيتوبلازم فيها على صبغة الهيموجلوبين التي تتكون من البروتين والحديد، والمختصة بحمل الأكسيجين من الرئتين إلى جميع أجزاء الجسم ، ونقل Co2 من الأنسجة إلى الرئتين، ويزداد عددها في الأطفال وفي الأشخاص الذين يعيشون في أماكن مرتفعة عن مستوى سطح البحر كالجبال حيث تقل نسبة الأكسيجين.

تنشأ الخلايا الحمراء في النخاع الأحمر للعظام ، ويختزن الطحال جزءاً منها يحرره عند الحاجة وتظل حية عاملة لمدة 120 يوماً، ثم يقوم الطحال بتفكيكها بمساعدة الكبد ، حيث يمر أكثر الهيموجلوبين إلى الكبد، فيتحول إلى صبغة الصفراء، أما الحديد فيعود معظمة إلى نخاع العظام ليدخل في تركيب هيموجلوبين جديد.

2- 3- كريات الدم البيضاء (Leucocytes):

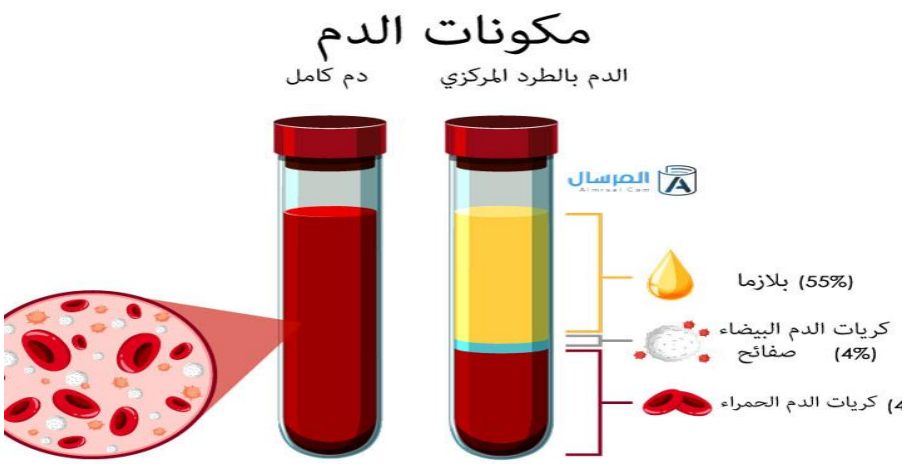
وهي خلايا متباينة في الحجم وشكل النواة ، تتراوح أعدادها بين 7000- 9000خلية / ملليمتر مكعب دم ، ويرتفع هذا العدد في بعض الحالات كالإصابة البكتيرية والالتهابات وأمراض الحساسية.

تنشأ بعض هذه الخلايا من النخاع الأحمر للعظام وبعضها من الغدد الليمفاوية، وبعضها من الغدد الليمفاوية، وبعضها الآخر في الطحال والغدة التيموسية. تتراوح أعمارها بين 12-13 يوماً معظمها يؤدي حركات أميبية بواسطة أقدام كاذبة حيث تنسل من بين خلايا جُدر الشعيرات الدموية إلى بعض المواضع بين خلايا الأنسجة لتعمل كخلايا ملتهمة للبكتيريا، كما يقوم بعضها بإفراز مواد كيميائية تقضى على الكثير من الفيروسات والبكتيريا وتبطل مفعول السموم التي تفرزها ، ويزداد نشاطها كلما اقتربت حرارة الجسم من 40 درجة.

وقد أمكن تمييز هذه الخلايا إلى مجموعتين وفقاً لشكل الأنوية وكثافة الحبيبات الموجودة بالسيتوبلازم ومدى قابلية اصطباغ هذه الحبيبات بصبغات معية إلى مجموعتين: الأولى : مجموعة الخلايا البيضاء محببة السيتوبلازم Granulocytes والتي تصطبغ بأصباغ حمضية (كريات حمضية) أو متعادلة (كريات متعادلة) الثانية : مجموعة الخلايا البيضاء غير محببة السيتوبلازم Agranulocytes وتشمل الخلايا البيضاء وحيدة النواة والخلايا البيضاء الليمفية الكبيرة والصغيرة (محمد سمير سعدي الدين، 2000، صفحة 234).

2- 4- الصفيحات الدموية (Blood platelets):

وهي عناصر لا خلوية ، لا تحتوى أنوية، غير منتظمة الشكل ، أصغر بكثير من الخلايا الحمراء ، تنشأ من نخاع العظام الأحمر من خلايا ذات نواة كبيرة تتفتت في السيتوبلازم بعد نضجها، وهي تحوى مواد على أهمية كبرى في عملية تجلط الدم. ويتراوح عددها ما بين 150-400 ألف صفيحة/ ملليمتر مكعب من الدم، وهي تظل حية من 2-8 أيام.



الشكل رقم (10): يمثل مكونات الدم.

2-5-الدورة الدموية (Blood Circulation):

تبدأ الدورة الدموية في جسم الإنسان بانقباض متزامن لكل من البطينين الأيمن والأيسر ، حيث يُدفع الدم إلى كل من الشريان الرئوي والأورطي، على الترتيب (حيث يتم قفل الصمامين ثلاثي الشرفات والميترالي لمنع رجوع الدم للأذينين) . يتفرع الشريان الرئوي إلى فرعين يدخل كل مهما الرئة المقابلة حيث يتفرع في أنسجتها إلى فروع تنتهي بشعيرات دموية تنتشر حول الحويصلات الرئوية (الهوائية) حيث يتم تبادل الغازات ويصبح الدم مؤكسداً يعود بعدها من الرئتين بواسطة أربعة أوردة رئوية تفتح في الأذين الايسر (وهذا ما يعرف بالدورة الدموية الرئوية Pulmonary circulation) الذي ينقبض ليمرر الدم إلى البطين الأيسر من خلال الصمام الميترالى.

يتفرع الأورطى إلى عدة شرايين يتجه بعضها إلى الجزء العلوى من الجسم ، وبعضها الآخر يتجه إلى جزئة السفليوهذه الشرايين تأخذ في التفرع إلى فروع صغيرة تنتهي بشعيرات دموية تنتشر بين خلايا الأنسجة المختلفة لتوصل إليها المواد الغذائية والأكسجين وتسحب منها المواد المسرفة مثل co2 وبذلك يصبح الدم غير مؤكسد وتتجمع الشعيرات الدموية في أوعية أكبر فأكبر هي الأوردة التي تتجمع وتصب الدم الذي تحمله في الوريدين الأجوفين العادي والسفلي اللذين يصبان الدم في الأذين الأيمن (وهذا ما يعرف بالدورة الدموية الجهازية أو الجسمية الكبرى systemic circulation) الذي ينقبض ليصب الدم في البطين الأيمن خلال الصمام ثلاثي الشرفات، كما أن الشعيرات الدموية المنتشرة داخل خملات

الأمعاء الدقيقة تصب ما تحتويه من دم يحمل الجلوكوز والأحماض الأمينية وغيرها من مواد ممتصة في أوردة أكبر فأكبر حتى تصب محتوياتها في الوريد الكبدي البابي ، الذي يتفرع عند دخوله للكبد إلى أفرع صغيرة تنتهي بشعيرات دموية داخل الكبد، حيث يتوزع الدم في شبكة من الشعيرات والأوعية الدموية الوريدية التي تتجمع لتكون الوريد الكبدي الذي يخرج من الكبد ويصب محتوياته في الجزء العلوى من الوريد الأجوف السفلى بالقرب من اتصاله بالأذين الأيمن (وتعرف هذه الدورة الدموية بالدورة الدموية الكبدية البابية Hepatic portal cirularion) (أبو العلا عبد الفتاح، 1997، صفحة 76).

2- 6- ضغط الدم Blood pressure:

تُعرف القوة التي يبذلها الدم على جدران الأوعية الدموية المار بها نتيجة لضخة من القلب بضغط الدم، وهو ينشأ كمحصلة لقوتين ، أولهما : قوة دفع الدم بضربات القلب والثانية : المقاومة الطرفية لمرور الدم والتي تبديها الشرايين والشرينات فالشعيرات الدموية فالأوردة حتى يتلاشى تقريباً في الأذين الأيمن، ويبلغ ضغط الدم في الشرايين متوسطة الحجم (مثل الشريان العضدى بالذراع) أثناء انقباض القلب 120سم زئبق (الضغط الأنقباض للقلب) ، ويبلغ أثناء أنبساط القلب 80 سم زئبق (الضغط الانبساطي للقلب) (صباح ناصر العلواجي، 2014، صفحة 146).

3- أهمية الدم في النشاط البدني الرياضي:

- تزداد أهمية خصائصه بالنسبة لتدريبات التحمل الهوائي .
- المسؤول على نقل الأوكسجين عن طريق الهيموكلوبين الموجودة في الكريات الحمراء.
- المسؤول عن نقل الفضلات من حامض اللاكتيك وثاني أوكسيد الكاربون وغيرها من مخلفات التمثيل الغذائي للأنسجة في أثناء الراحة والنشاط الرياضي (Wilmore J.H, Costil D.L,، 2006، صفحة 49).

4- أقسام الجهاز الدوراني لجسم الانسان:

- الدورة الدموية الرئوية (من القلب إلى الرئتين).

- الدورة الدموية الجهازية (أجزاء الجسم كلها).

وفيما يلي نوضح كل منهما.

4-1- الدورة الدموية الرئوية:

الدورة الدموية الرئوية هي عبارة عن حلقة قصيرة تتواجد في الرئتين لتحمل الدم من القلب إلى الرئتين والعكس، حيث ينتقل الدمن من القلب إلى الرئتين بواسطة الشريان الرئوي الكبير الذي يخرج من القلب وينقسم إلى قسمين يتصل كل قسم منهما بإحدى الرئتين، ثم يلتقط القلب الأكسجين ويعود به إلى القلب عبر الأوردة الرئوية.

4-2- الدورة الدموية الجهازية:

الدورة الدموية الجهازية هي الحلقة الأطول التي تحمل الدم من القلب إلى الجسم والعكس، حيث ينتقل الدم القادم من الرئتين محملاً بالأكسجين إلى الجسم عبر الشريان الأورطي.

يتفرع الشريان الأورطي الكبير إلى شرايين أصغر عبر الجسم ناقلاً الدم إلى جميع الأعضاء والأنسجة، وتصبح الأفرع أصغر شيئاً فشيئاً مع الابتعاد عن القلب، ومن ثم ترتبط الشرايين الصغيرة بالأوردة الدموية التي تنقل الدم من الجسم إلى القلب عبر شبكة من الأوعية الدموية تسمى الشعيرات الدموية.

في الشعيرات الدموية يحدث تبادل الأكسجين والمغذيات مقابل ثاني أكسيد الكربون والفضلات، حيث تنتقل الثانية عبر الدم متجهة إلى القلب ليتخلص منها بدوره عبر الدورة الدموية الرئوية إلى خارج الجسم (علي جلال الدين، 2004، صفحة 187).

5-التغيرات التي تحدث (الجهاز الدوراني) أثناء الجهد البدني:

5-1- تكيف الجهاز القلبي الدوراني للجهد البدني:

التكيف مشكلة واحدة من المشكلات المعقدة جدا، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عددا كبيرا جدا من العوامل المؤثرة عليها و تعتبر الإجابة عن هذا الإشكال تحت أي افتراضات تبدأ بالفعل عملية التكيف للحمل التدريبي أو الجهد، ومن السهل أن نقرر أن لدي كل الرياضيون درجة من التكيف للحمل أو الجهد البدني فيجب أن تنقسم حالة التكيف إلى حالتين:

1. حالة تكيف مؤقت.
2. حالة تكيف دائم.

تحدث حالة التكيف المؤقت إذا تعرض الشخص فجأة لجهد بدني دونما إعداد سابق وهذا ما قد يحدث في الظروف العادية عندما يقوم فرد بأداء مجهودا بدنيا.

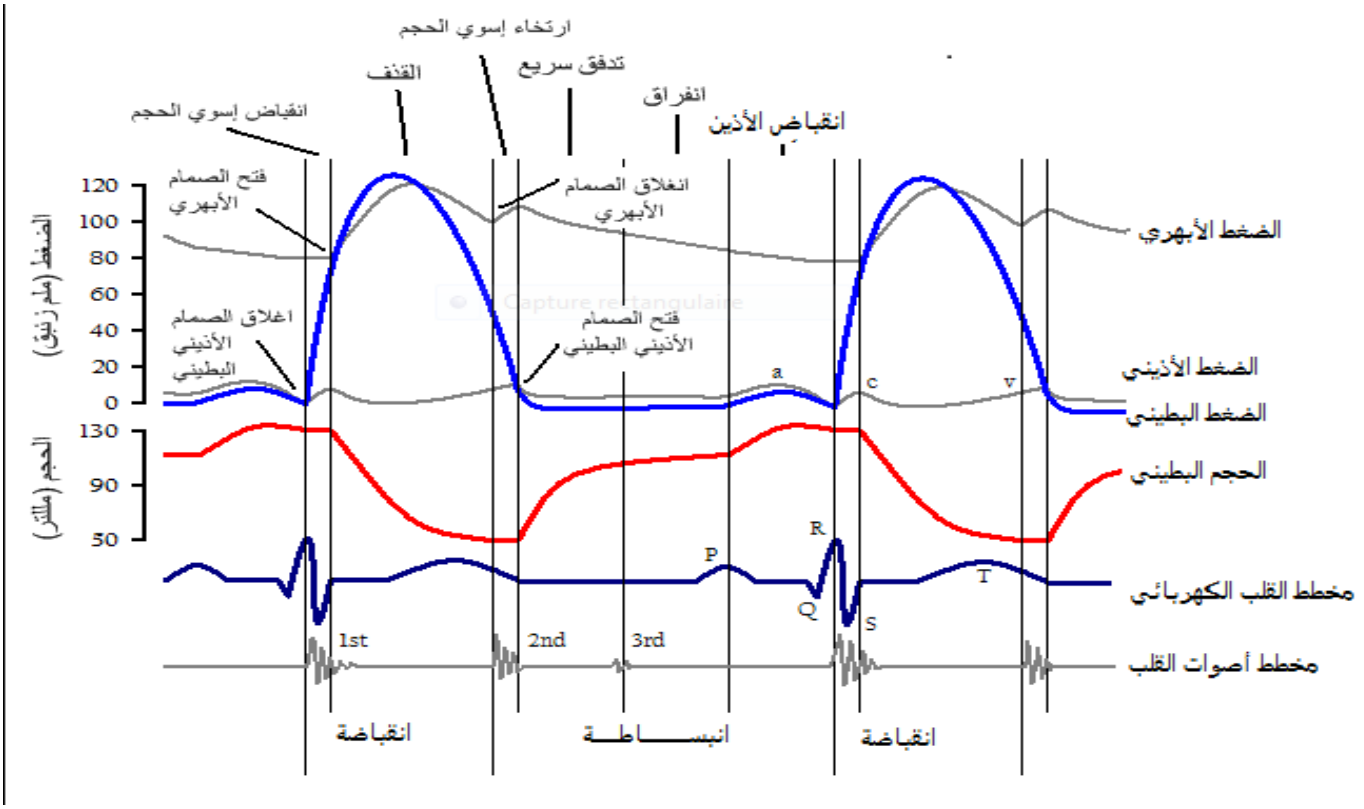
وإذا طالت عملية الجهد البدني (شهورا، سنوات) يتعرض الفرد خلالهما لحمل بدني مستمر عندئذ يتأكد ثبات حالة تكيف الجسم للجهد البدني chronic adaptation، ومن أجل ذلك يجب أن نأخذ هذه الفروق الأساسية بين الحالتين في الحسبان بالمطع التالي:

- تكيف القلب adaptation of heart
- التكيف الحاد للقلب acute adaptation of heart
- الضخ القلبي أثناء الجهد cardiac out put during exercise

كما يتم ضخ القلب وفق المعادلة التالية: ضخ القلب = حجم الضخة × تردد القلب

ووفقا لحقيقة أن الضخ القلبي ناتج عن حجم الضخة وتردد القلب لذلك يمكن أن تتحقق حالة تكيف الضخ القلبي لمجهود ما عن طريق زيادة تردد القلب أو عن طريق زيادة حجم الضخة أو كلاهما معا وكما سيتضح لاحقا أضلية تحقيق حالة التكيف عن طريق الزيادة في حجم الضخة (وهذا ما يحدث لدى المدربين) على زيادة تردد القلب نظرا لإعتبار الحالة

الأولى (زيادة حجم الضخة) أكثر الطرق إقتصادا لتحقيق حالة تكيف القلب للأحمال التدريبية (لبجهد البدني) (علي جلال الدين، 2004، صفحة 69).



الشكل رقم (11): يمثل عمل عضلة القلب (الانقباض الانبساط).

5-2- حالة تكيف القلب:

5-2-1- التغيرات التكوينية في القلب:

لقد أصبح ثابتا من نتائج الأبحاث العلمية منذ فترة طويلة معنى عبارة القلب الرياضي، قد تؤثر الرياضة بصفة عامة على تغير أو تأثيرات مرئية على القلب مثل زيادة الحجم الخارجي وشكل القلب ومن التغيرات غير المرئية نجد بداخل القلب زيادة في سمك جدران القلب يشير معظم المؤلفون إلى أن الزيادة تشمل الجانب الأيسر والأيمن لعضلة القلب ووفقا "لهولمان" أن التغيير يشمل حجم وسعة البطينين كما يشير إلى الاتساع المنتظم للقلب ككل .

5-2-2- التغيرات الفيزيولوجية في القلب:

إن الاتساع المنتظم للقلب الرياضي يميزه ببعض الخصائص الوظيفية التالية:

- في حالة الراحة: تسود حالة ما يسمى بتباطؤ تردد القلب وهذا يعني انخفاض تردد القلب تحت تأثير العصب الحائر.
- طول فترة راحة عضلة القلب (الفترة بين كل انقباض وانبساط) والتي تبلغ 0.56 ث للقلب الطبيعي، تصل إلى 1.0 ث للقلب الرياضي وهذا ما يحقق فترة راحة أطول.
- إمداد أفضل بالدم المحمل بالمواد الغذائية والأكسجين إثناء فترة انبساط عضلة القلب الطويلة كما يسهل التخلص من فضلات التمثيل الغذائي ويعني طول فترة الانبساط قلة الجهد أثناء الراحة (وليد عطا هارون، 2016، صفحة 24).

5-2-3- مراحل تكيف القلب للمجهود البدني :

أ- المرحلة الانتقالية:

وتتراوح من 1 _ 3 /ق يحاول القلب فيها إمداد الجسم باحتياجاته من الدم في هذه الأثناء تزداد معدلات عمل القلب.

1- المرحلة الثابتة:

وهي استمرار عمل القلب بمعدلاته الجديدة بشكل ثابت لإمداد الجسم باحتياجاته من زيادة أو نقصان في تلك المعدلات.

2- مرحلة الشفاء:

وهي عودة معدلات عمل القلب إلي حالتها الطبيعية بعد الانتهاء من المجهود .

ملاحظة: أنه إذا أزداد المجهود تدريجيا في المرحلة الانتقالية تتأخر مرحلة الثبات نظرا لاستمرار زيادة معدلات عمل القلب بما يتناسب مع زيادة المجهود إلا أنه إذا ثبت المجهود وصل الفرد إلي مرحلة الثبات بعد 1 _ 3 دقائق .

5-2-4- تأثير ممارسة النشاط البدني على القلب:

القلب هو أحد أهم أعضاء الجسم، وهو عبارة عن عضلة تنقبض لضخ الدم في الأوعية الدموية، لينتشر في أنحاء الجسم، وهو ينقسم إلى أربعة حجرات، وحجمه في حجم قبضة اليد تقريبا، وموقعه في الجسم في منتصف الصدر غلى اليسار قليلا، وعندما تمارس التمارين الرياضية يحدث تغيرات في القلب مثل أن يزيد عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة، حيث يتضاعف حوالي ثلاث مرات تقريبا من 72 نبضة في الدقيقة إلى 200 نبضة في الدقيقة، وتختلف الزيادة في عدد ضربات القلب حسب لياقتك البدنية، وسنك أيضا، وكلما زادت لياقتك تزيد قدرة القلب على التحمل ويقل معدل ضربات القلب.

5-3- تأثير ممارسة النشاط الرياضي (الجهد البدني) على الدم:

يتطلب الانفاق الزائد للطاقة عادة تعديلا سريعا في مجرى الدم، ويؤثر في نظام الأوعية الدموية للقلب .برمته، فمثلا: تعمل الأعصاب والظروف من التغيرات الكيميائية على العضلات الناعمة للجدران الشريانية وتحدث تغييرا في قطرها بشكل فوري وإن تنبيه الأعصاب واتساع الأوردة والشرايين تجعلها تتصلب ويسمح مثل هذا التركيب الوريدي لكميات كبيرة من الدم أن تتحرك من الشرايين السطحية إلى الدورة المركزية، وتزداد أثناء التمرين، نسبة من الأوعية في العضلات النشطة إلى حد بعيد وذلك يسبب اتساع الشرايين الموضعية، وبشكل متزامن تتقلص أو تغلق الاوردة والشرايين الأخرى التي تستطيع عمل تسوية مؤقتة بتزويدها بالدم. (علي جلال الدين، 2004، صفحة 294).

5-3-1- تكيف الدم نتيجة الجهد البدني المنتظم:

إن حجم الدم والكرات الحمراء تزيد لدى الأشخاص المدربين الذين يطبق عليهم الجهد بالمقارنة بالأشخاص الغير المتدربين، وقد دلت العديد من الدراسات على أن نقص الهيموجلوبين في الدم من مستواه الطبيعي (18.12 جرام% للرجال، 16.11 جرام للسيدات) يؤدي إلى نقص استهلاك الاكسجين إلا ان زيادة الهيموجلوبين عن المستوى الطبيعي ما زالت موضع خلاف من تأثيرها على زيادة استهلاك الأكسجين، وقد دلت الدراسات التي أجريت عند مستوى سطح البحر

أن مستوى الهيموجلوبين العادي يكفي لإمداد العضلات بما تحتاج إليه من أكسجين أثناء النشاط البدني، ويرجع في ذلك إلى أن زيادة الهيموجلوبين لاتؤدي إلى زيادة الإمداد بالأكسجين نظرا لآن العضلات هي المسؤولة الأساسية عن مقدار الاكسجين المستهلك ويرتبط ذلك بقدرة العضلات على استخلاص الأكسجين الوارد إليها مع الدم وبهذا فإن زيادة قدرة العضلات على استخلاص كمية اكبر من الاكسجين أكثر فاعلية من زيادة حجم الهيموجلوبين الذي يحمل إليها الاكسجين ، حيث يمكن للعضلات أن تعوض نقص الهيموجلوبين بزيادة استخلاص الاكسجين وقد دلت الدراسات على أن زيادة الهيموجلوبين والكرات الدم الحمراء على المستوى العادي عند التدريب أي أثناء الجهد البدني (نايف مفضي الجبور، 2012، صفحة 259).

5-3-2- تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم:

عند القيم باي جهد بدني فان حاجة اجسم للأكسجين تزداد ولكي يتمكن الجسم من سد النقص الحاصل يزيد من كمية الدم الوارد الى الرئتين خلال الوحدة الزمنية، ويتم ذلك بزيادة سرعة الدم والتي بدورها ترفع من ضغط الدم أي ان زيادة ضغط الدم خلال الجهد الرياضي تصمن للجسم كمية كافية من الاكسجين، وكذلك فان التقلص العضلي الحاصل يسبب ضغطا على الاوعية الدموية المتفرعة داخل العضلات مما يسبب ضيق هذه الاوعية ويزيد المقاومة الطرفية التي يلاقيها الدم اثناء سيره في العضلة، ولكي يتمكن الجسم من تزويد العضلة بالدم يجب ان يرفع ضغط الدم ويتغلب على المقاومة الطرفية لذلك فان زيادة ضغط الدم عند أداء عضلي تسبب مايلي:

- زيادة سرعة الدم للحصول على كمية كافية من الاكسجين.
- التغلب على زيادة المقاومة الطرفية في شرايين العضلات عند تقلصها لضمان وصول الدم (سميعة خليل محمد أمين، 2008، صفحة 162).

Groupe	Nombre de capillaire par mm^2	Nombre de fibres musculaires par mm^2	Nombre de capillaires par fibre	Distance de diffusion μm^2
Très entrainè				
Avant exercise	**640**	**440**	**1.5**	20.1
Après exercise	**611**	**414**	**1.6**	20.3
Non entrainès				
Avant exercise	**600**	**557**	**1.1**	20.3
Après exercise	**599**	**576**	**1.0**	20.5

الجدول رقم (01): يمثل تغيرات في أعداد الشعيرات الدموية و مساحة المبادلات الدموية لدى رياضيين متدربين و غير متدربين قبل و بعد التدريب.

5- 4- التغيرات واستجابة الجهاز الدوري للجهد البدني (التمرين):

وهي تغيرات تحصل للجهازين الدوري والتنفسي للاعب كاستجابة للجهد البدني الذي يقوم بها للاعب ثم تعود هذه التغيرات إلى وضعها الطبيعي بعد الانتهاء من الجهد البدني ومن أهم هذه التغيرات مايلي:

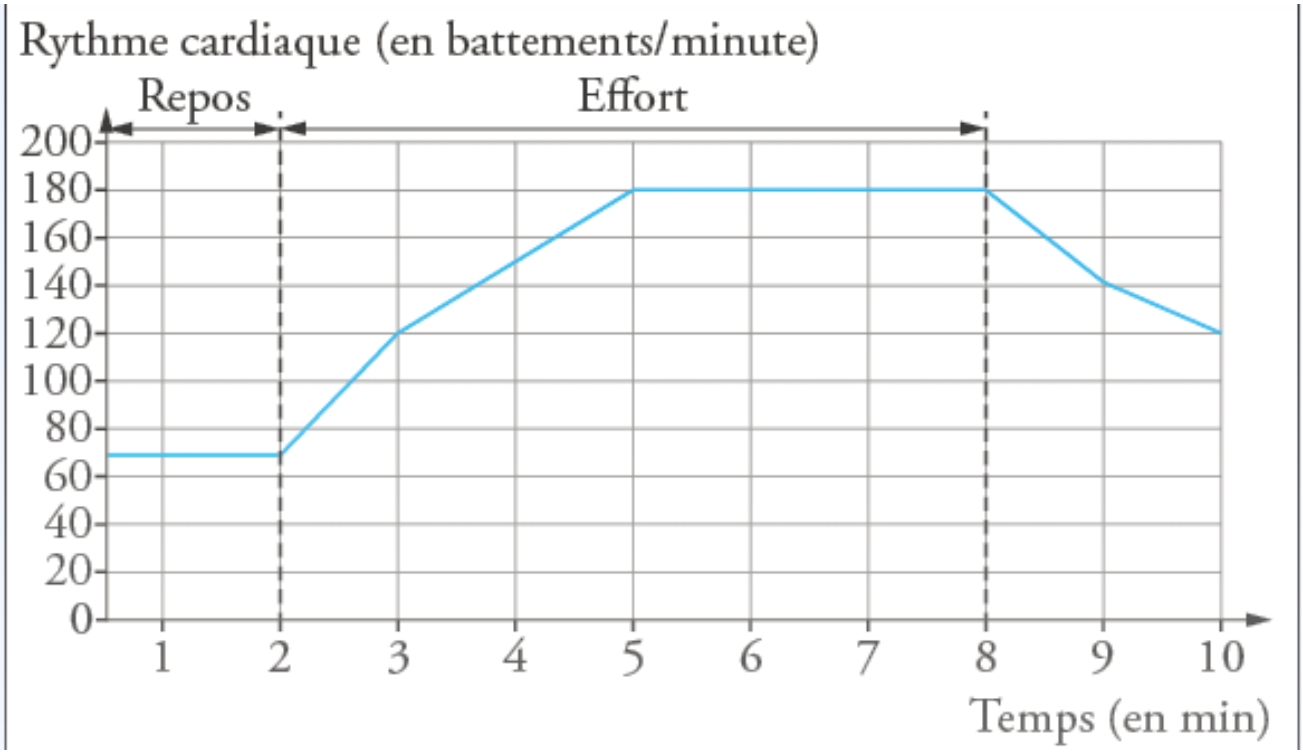
5-4-1- زيادة معدل ضربات القلب:

تحدث أثناء تنفيذ الجهد البدني زيادة في معدل ضربات القلب وهذه الزيادة ناتجة عن زيادة الطلب على الأوكسجين ومصادر الطاقة والتي تنتقل عبر الدم إلى الخلايا العضلية لإنتاج الطاقة، حيث تصل معدل ضربات القلب أثناء الجهد

البدني الأوكسجيني إلى أقل من(170)ضربة في الدقيقة، في حين تصل معدل ضربات القلب أثناء الجهد البدني اللاأوكسجيني إلى أكثرمن(180) ضربة في الدقيقة.

5-4-2- معدل القلب أثناء الراحة:

يبلغ متوسط معدل القلب أثناء الراحة من 60 إلى 80 ن/د في العمر المتوسط للرجل البالغ السليم، وقد يزداد هذا المعدل لدى بعض الأفراد محبي الراحة والجلوس وقليلي الحركة حيث يصل إلى حوالي 100ن/د، وعند الرياضيين المميزين من لاعبي التحمل على المستوى العالي قد يصل لديهم من 30 إلى 40 ن/د، وقد يتأثر معدل القلب بعدة عوامل منها : العمر-البيئة- الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر- الظروف النفسية وغيرها، كما يختلف معدل القلب على مدار اليوم الواحد وفي أوضاع الجسم المختلفة. بالنسبة للاعبين الأكثر ممارسة للنشاط الهوائي نجد أن النبض القلبي في حالة الراحة أقل من 45ن/د وفي بعض الحالات يصل إلى 40 ن/د (Wilmore J.H, Costil D.L.، 2006).



الشكل رقم (12): يمثل نبض القلب أثناء الراحة والجهد البدني

5-4-3- زيادة حجم الدم المدفوع من القلب:

نظراً لزيادة معدل ضربات القلب أثناء الجهد البدني تحدث زيادة في حجم الدم المدفوع من القلب، ففي فترة الراحة يضخ قلب الرياضي حوالي(5) لتردم في الدقيقة ناتجة من 70 سم3 من الدم في كل ضربة × 70 ضربة في الدقيقة = 4ر9 لتردم في الدقيقة ، أما في حالة الجهد البدني ونتيجة اشتداد الطلب على الطاقة فإن قلب الرياضي يضخ حوالي(30) لتر في الدقيقة ناتجة من:

180سم3 من الدم في كل ضربة × 170 ضربة في الدقيقة = (30.6) لتر دم في الدقيقة وهذا يعني أن كمية الدم المدفوع في الدقيقة خلال الجهد البدني هي حوالي (6) أضعاف كمية الدم المدفوع خلال فتر الراحة إلا أن الدم يدور حوالي (7) مرات داخل الجسم في الدقيقة الواحدة حيث تشير المصادر إلى أن سرعة الدم داخل الأوعية الدموية تسير بسرعة 10م / ثانيه أثناء الجهد البدني القصوى (كمال درويش وآخرون، 1998، صفحة 72) .

5-4-4- زيادة الضغط الدموي أثناء الجهد البدني:

الضغط الدموي هو عبارة عن ضغط الدم الواقع على الأوعية الدموية ويعتمد مقداره على كمية الدم المدفوع من القلب والمقاومة المحيطة للأوعية الدموية، والحد الأعلى الذي يصل إليه الضغط الدموي يسمى الضغط الانقباضي، والحد الأدنى الذي يصل إليه الضغط الدموي في وقت راحة القلب يسمى الضغط الانبساطي.

5-4-5- زيادة عدد كريات الدم البيضاء أثناء الجهد البدني:

خلال فترات الراحة تكون عدد كريات الدم البيضاء حوالي من(6 – 8) ألف كرية كل (1) ملم3 من الدم ونتيجة للجهد البدني تحدث زيادة في عدد كريات الدم البيضاء إلى (15-30) ألف كريه كل (1) ملم3 من الدم ثم تعود إلى وضعها الطبيعي بعد حوالي (48) ساعة.

5-4-6- زيادة عدد الصفائح الدموية أثناء الجهد البدني:

خلال فترة الراحة يكون عدد الصفائح الدموية حوالي 250 ألف صفيحه دموية كل(1) ملم 3 من الدم، ونتيجة الجهد البدني تحدث زيادة في عدد الصفائح الدموية من (2 – 4) أضعاف حالتها في خلال فترة الراحة.

5-4-7- زيادة كمية سكر الكلوكوز في الدم أثناء الجهد البدني:

خلال فترة الراحة تكون كمية الكلوكوز بالدم من(80 –120) ملغم كل 100سم3 من الدم وخلال الجهد البدني ترتفع إلى أكثر من (160) ملغم كل 100سم3 من الدم إلا أنه بعد استمرار الجهد بشكل متواصل لأكثر من (30) دقيقة تهبط هذه الكمية نتيجة لكثرة إستهلاك الكلوكوز والكلايكوجين أثناء الجهد البدني.

5-4-8- زيادة الشغيرات الدموية وتفتح أكثر الشعيرات الدموية في العضلات العاملة:

يسري الدم داخل الأوعية والشعيرات الدموية ليصل إلى جميع أنحاء الجسم، وتقوم الشرايين بحمل الدم المزود بالأوكسجين من القلب إلى أعضاء الجسم، بينما تقوم الأوردة بنقل الدم المحمل بثاني أكسيد الكربون من أجزاء الجسم إلى القلب، وتقوم الشعيرات الدموية بتسهيل عملية دخول الأوكسجين إلى الخلايا والتقاط ثاني أكسيد الكربون منها، وفي أثناء ممارسة النشاط والتمارين الرياضية يقوم الجسم بإفراز هرمون الأدرينالين الذي يعمل على توسيع الأوعية الدموية لتستوعب كميات كبيرة من الدم لتمر فيها، وهذا ما يجعل الأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد تكون ظاهرة بوضوح أثناء التمارين، كما يزيد تكوين شبكات من الشعيرات الدموية لكي يزيد تغذية الأوكسجين إلى الخلايا أثناء الراحة وأثناء التمارين الرياضية (علي جلال الدين، 2004، صفحة 67).

المحور الرابع: التكيف الفيزيولوجي للجهاز التنفسي للجهد البدني

مقدمة:

وظيفة الجهاز التنفسي الأساسية هي إيصال الأكسجين إلى الدم والتخلص من ثاني أكسيد الكربون، والآن نحاول أن نشرح بشكل مبسط كيف تتم هذه العملية، في البداية يجب معرفة مكونات الجهاز التنفسي التي تمكنه من أداء وظيفته بشكل سليم.

يبدأ الجهاز التنفسي من فتحة الأنف، تجويف البلعوم، الحنجرة، القصبة الهوائية والشعب الهوائية ثم إلى الحويصلات الهوائية ، بمعنى التبادل الغازي بين الكائن الحي والمحيط الخارجي يتميز بأخذ الأوكسجين وطرح ثاني أوكسيد الكربون وهناك أنواع التنفس الخارجي External Respiration **(عملية التبادل الغازي بين الدم والمحيط الخارجي)، التنفس الداخلي**Internal Respiration **(عملية التبادل الغازي بين الدم والخلايا)، التنفس الخلوي**Cell Respiration **(ما يحدث داخل الخلايا من تحرير الطاقة من المواد الغذائية).**

الشكل رقم : (13) يمثل الجهاز التنفسي

1- مكونات الجهاز التنفسي:

1-1- الأنف (Nose):

الكل يعرف أن الأنف ليس فقط لمرور هواء التنفس، وإنما أيضا المسؤول عن حاسة الشم، والأنف له وظيفة أساسية لترطيب الهواء الداخل إلى الرئتين وأيضا منع الحبيبات الصغيرة جدا العالقة في الهواء من المرور، حيث أنها تلتصق بالغشاء المخاطي المبطن بالتجويف الأنفي.

1-2-الحنجرة (Larynx) :

تعتبر بوابة الجهاز التنفسي وفيها الأحبال الصوتية(Vocal Cords)، التي تستقبل مرور الهواء من الرئة لإصدار الأصوات المختلفة، ويوجد فوق الحنجرة نتوء لحمي متحرك أو زائدة لحمية (Epiglottis) وهذه الزائدة لها أهمية خاصة في تغطية فتحة الحنجرة أثناء البلع لمنع دخول الطعام إلى الحنجرة أو القصبة الهوائية.

1-3-القصبة الهوائية (Trachea):

يعتقد البعض أن القصبة الهوائية هي فقط عبارة عن أنبوب لمرور الهواء إلى الرئة ولكن في الحقيقة القصبة الهوائية لها تركيب يمكنها من أداء وظيفة معينة، فجدار القصبة الهوائية يتكون من غضاريف عديدة، ولكن هذه الغضاريف تغطي فقط الجزء الأمامي من القصبة الهوائية أما الجزء الخلفي من الجدار فيتكون من عضلات وليس غضاريف، وهذا التكوين يسمح للقصبة الهوائية بأن تكون صلبة ومفتوحة للسماح بمرور الهواء، وفي نفس الوقت يعطيها مرونة بحيث يسمح للجزء العضلي فيها بالانقباض، وهذه الخاصية ضرورية جدا لوظيفتين مهمتين وهما:

• إصدار الأصوات المختلفة حيث انقباض القصبة الهوائية ضروري لخلق تيار من الهواء الخارج من الرئة يمكن الأحبال الصوتية من إصدار الصوت.

• الكحة، الكل يعلم أن الكحة مزعجة نوعا ما، ولكن لها فائدة مهمة في مساعدة الشخص على التخلص من البلغم أو الإفرازات الضارة التي قد تتكون في الرئة، ولولا خاصية القصبة الهوائية المرنة لما تمكن الإنسان من أن يكح بشكل فعال.

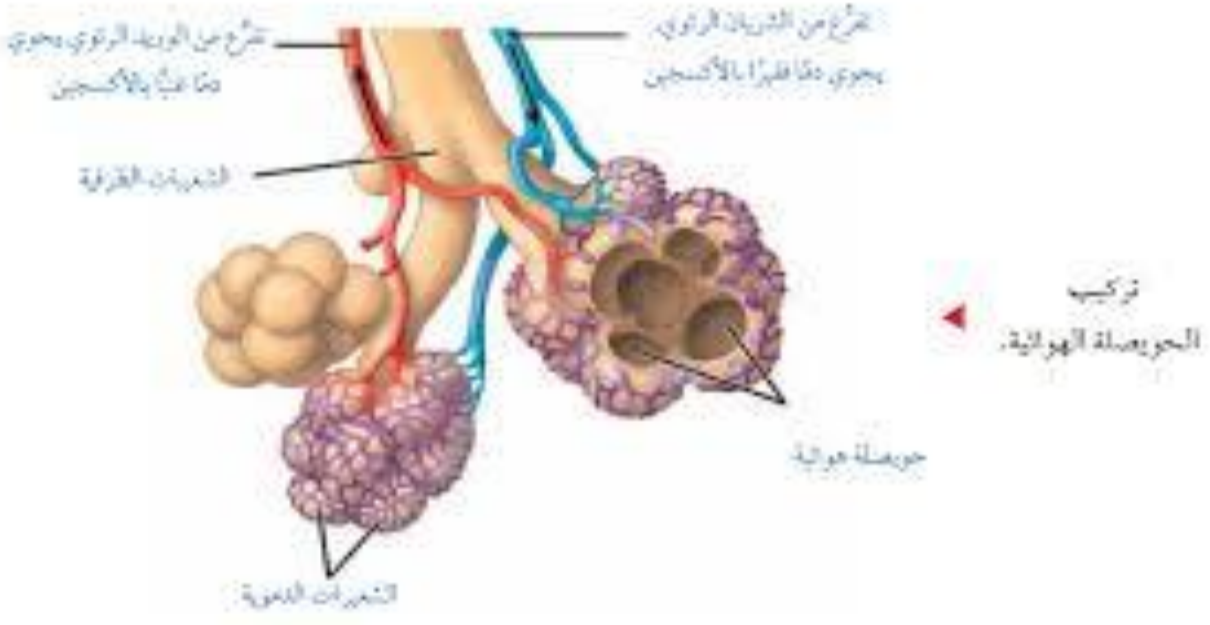
الشكل رقم (14): يمثل القصبة الهوائية وتفرعاتها.

1-4- الشعيبات الهوائية (Bronchioles):

يعد تفرع القصبة الهوائية إلى جزء أيمن وأيسر، فإن هذه الأنابيب تنقسم تدريجيا لتكون شبكة من الأنابيب التي وظيفتها هو إيصال الهواء إلى مختلف أجزاء الرئتين، وهذه الشعيبات الهوائية مهمة جدا حيث أنها يجب أن تبقى مفتوحة للسماح بمرور الهواء أثناء عملية الشهيق والزفير، ولكن في بعض الحالات كالربو الشعبي فإن مجرى الهواء في هذه الشعيبات يضيق، وهذا الضيق هو السبب الرئيسي في ضيق التنفس والصفير الذين يشتكي منهم مرضى الربو.

1-5-الحويصلات الهوائية (Alveoli):

يوجد في الرئتين ما يقارب من 300 مليون حويصلة هوائية ومحاط بهذه الحويصلات شبكة دقيقة جدا من الشعيرات الدموية وهذا التداخل والتناسق ما بين الهواء القادم من الجو الخارجي المحمل بالأكسجين والدم القادم من القلب المحمل بثاني أكسيد الكربون يسمح بعملية انتقال الأكسجين من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية، وبالتالي نقله إلى كافة أنحاء الجسم وفي نفس الوقت التخلص من ثاني أكسيد الكربون (نصر الدين سيد أحمد، 2003، صفحة 64).



الشكل رقم (15): يمثل الحويصلات الهوائية.

2- أرقام عن الجهاز التنفسي:

1. كمية الهواء الداخل إلى الرئتين خلال عملية الشهيق تبلغ ½ لتر.
2. عدد مرات التنفس في حالة السكون تبلغ 12 – 16 مرة في الدقيقة عند الإنسان البالغ.
3. كمية الهواء الداخل إلى الرئتين والخارج منها يبلغ تقريبا 6 لتر في الدقيقة، وهذه الكمية يمكن أن تزيد إلى 10 أضعاف عند المجهود العضلي الكبير.
4. عدد الحويصلات الهوائية في الرئتين يبلغ 300 مليون تقريبا.
5. كمية الهواء في الرئتين عند الإنسان البالغ هي 6 لتر للذكر تقريبا، و 5 لتر للمرأة وهي تختلف باختلاف طول الإنسان حيث أن حجم الرئة يزيد بزيادة طول الإنسان.
6. يمكن للإنسان أن يعيش برئة واحدة إذا كانت هذه الرئة تؤدي وظيفتها بصورة صحيحة.

الشهيق Inspiration	**الزفير** Expiration
1. تتقلص عضلات الحجاب الحاجز	1. ترتخي عضلات الحجاب الحاجز
2. يتسطح الحجاب الحاجز	2. يتقلب الحجاب الحاجز
3. تتقلص العضلات بين الضلوع	3. ترتخي العضلات بين الضلوع
4. ترتفع الضلوع	4. تنخفض الضلوع
5. يزيد حجم الصدر	5. يقل حجم الصدر
6. الضغط داخل الصدر	6. يزيد الضغط داخل الصدر
7. الضغط الجوي يدفع الهواء إلى الداخل	7. الضغط الجوي يدفع الهواء إلى الخارج

الجدول رقم (02) يوضح عملية الشهيق والزفير (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 80).

3- آلية التنفس في الإنسان:

التنفس هو عملية تبادل غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون بين الكائن الحي والبيئة المحيطة به حيث يستخدم الأكسجين في عمليات إطلاق الطاقة من المواد العضوية الموجودة داخل خلايا الجسم ومن هنا تقسم عمليات التنفس إلى ثلاث مراحل :

- تنفس خارجي : وهو عملية تبادل الغازات بين هواء الرئتين والدم
- تنفس داخلي : وهو عملية تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم .
- تنفس خلوي: والمقصود به عمليات استخدام الأكسجين في أكسدة المواد العضوية والتي ينتج عنها انطلاق داخل الخلايا.

الجهاز التنفسي يحتوي من بين أجزاءه على الرئتين وهي مكان التبادل الحيوي وهذه هي الوظيفة الرئيسية للجهاز التنفسي

في الإنسان وفي بعض الحيوانات حيث يتم داخل الجهاز التنفسي تبادل الأكسجين الذي يرتبط بهيموجلوبين الدم وطرد ثاني أكسيد الكربون مع هواء الزفير . أما في بعض الحيوانات الأخرى مثل الأغنام ...الخ فبالإضافة لهذه الوظيفة الرئيسية السابقة فان للجهاز التنفسي وظيفة أخرى هامة جدا وهي التخلص من الحرارة (الفقد الحراري عن طريق التبخير من الجهاز التنفسي) فالمعروف أن الكلب والدجاجة لا يحتويان على غدد عرقية وأيضا الأغنام تحتوي على غدد عرقية لكنها غير فعالة حيث تغطي بغطاء صوفي . ولذا فالفقد الحراري في هذه الحيوانات يتم عن طريق تبخير الماء من الرئتين ولذلك نجد أنه عند تعرض هذه الحيوانات للصدمات الحارة تزداد بها معدلات التنفس حسب شدة الحرارة وطول فترة التعرض للحرارة.

هذا ويمكن تلخيص أهم وظائف الجهاز التنفسي كالتالي:

- تزويد الجسم بالأكسجين.
- يطرد ثاني أكسيد الكربون.
- يسبب في إصدار الأصوات.
- يعتبر جهاز دفاعي ضد الأجسام الغريبة والميكروبات.
- يؤثر على تركيز الرسائل الكيميائية في الشرايين عن طريق إزالة بعضها عن طريق الشعيرات الدموية في الرئتين وإضافة بعضها إلى الدم (Bailey D, Davies B.، 1997، صفحة 166).

3-1- آليات التنظيم (Mécanisme de régulation):

تنشط العضلات التنفسية من الأعصاب الحركية والتي بدورها خاضعة لمراقبة المركز التنفسي (الشهيق والزفير) الموجود في البصلة السيسائية هذا المركز يعمل على تنظيم وتيرة وحجم عملية التنفس وهذا ببعث رسائل عصبية إلى العضلات التنفسية . و لا تراقب عملية التنفس عن طريق الجهاز العصبي فقط بل هي خاضعة أيضا للتغيرات الكيميائية داخل

الجسم ، إن الاختلاف في تركيز أكسيد الكربون وأيونات الهيدروجين يكتشف عن طريق مستقبلات كيميائية مركزية التي تعلم مركز الشهيق كيف يحدث هذا ؟

في الدم، يعمل أكسيد الكربون على تكوين حمض الكربونيك الذي بدوره ينحل إلى أيونات الهيدروجين تراكم أيونات الهيدروجين يؤدي إلى انخفاض في درجة pH في الدم وفي سائل الراسية السيسائية، كما تتصل المستقبلات الكيميائية المركزية بسائل الراسية السيسائية و بالتالي مركز الشهيق الذي بدوره يحفز من أجل عملية التنفس من أجل إزالة أكسيد الكربون وتعديل درجة الحموضة PH في هذه الحالة يجب أن نأخذ بعين الاعتبار لحركة المستقبلات الكيميائية المحيطية الموجودة في القوس الأورطي الحساسة للضغط الجزئي للأكسجين وأكسيد الكربون ودرجة الحموضة (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 344) .

3-2- التهوية في التمرينات البدنية (La ventilation à l'exercice):

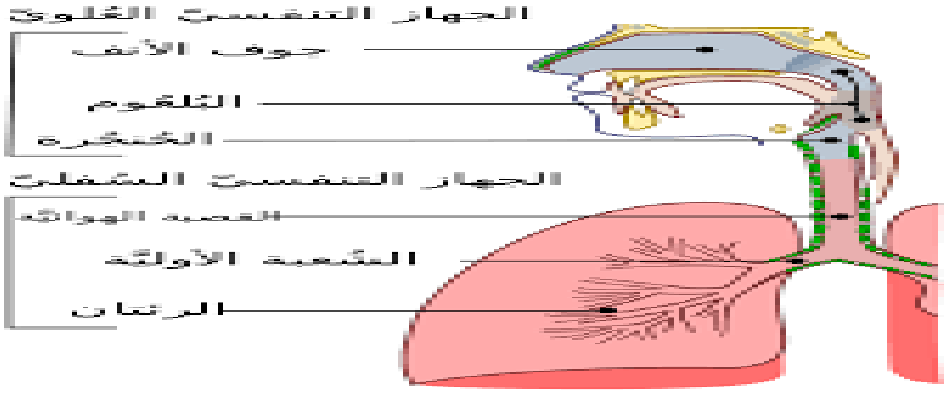
إن الزيادة في عملية التهوية الرئوية في بداية التمرين تتم بمرحلتين: أولا زيادة مباشرة تتبعها زيادة أكثر تصاعدا وتدرجا، هذا النوع من التكيف راجع إلى الزيادة الأولية للتهوية وإلى الحركات في نفس الوقت.

عند بداية التمرين وقبل كل التغيرات الكيميائية نشاط القشرة المخية (الحركية) يرفع وينبه مركز التنفس بالاستجابة لزيادة عملية التهوية، بالإضافة إلى المعلومات الحسية التي تصل إلى العضلات والمفاصل لتنفيذ الاستجابة التنفسية.

أما المرحلة الثانية الأكثر تدرجا وهي نتائج النشاط الاستقلابي الأيضي الحاصل من أداء التمرينات البدنية، وذلك يظهر في زيادة درجة الحرارة والتحولات الكيميائية في الدم، (PO_2) ينخفض في العضلات مما يرفع الفرق الشرياني الوريدي للأكسجين وهذا ما يديه المستقبلات الكيميائية لتحفيز مركز التنفس الذي يستجيب بزيادة مستوى وحدة التنفس بعض الدراسات تشير إلى وجود مستقبلات كيميائية عضلية ، وهذا ما يجعلنا نفرض وجود مستقبلات في البطين الأيمن الذي بدوره يعلم مركز التنفس، زيادة حجم الضربة يعمل كذلك على زيادة عملية التهوية عند كل بداية للتمرينات (Gaillard R et Servien E, 2017, p. 125).

4- تركيب الجهاز التنفسي ونظامه:

يتكون الجهاز التنفسي من جزئين رئيسين هما :



الشكل رقم: (16) يمثل أجزاء الجهاز التنفسي

4-1- الجزء الموصل للهواء:

وهذا الجزء عبارة عن مجموعة من الممرات الهوائية معقدة التركيب ومحكمة الغلق من نهاياتها بالجسم والتي تقوم بنقل الهواء من الأنف والتجويف الفمي إلى الرئتين وبالعكس . وهذه الممرات الهوائية تبدأ عند الأنف والتجويف الفمي كبيرة وتصغر كلما ابتعدنا عن الأنف والتجويف الفمي حتى نصل إلى الحويصلات الهوائية وتحتوي الرئتين في الإنسان البالغ على حوالي 300 مليون من هذه الحويصلات . ويتم في هذه الحويصلات عملية التبادل الغازي حيث يحدث تبادل بين الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء والدم الموجود بالشعيرات الدموية المغلفة لهذه الحويصلات .

4-2- جزء تبادل الغازات:

هذا الجزء هو الرئتين في الجهاز التنفسي وهما في الإنسان يتكونان من حوالي 300 مليون حويصلة هوائية حيث تحتوي جدر هذه الحويصلات على العديد من الشعيرات الدموية التي تمتص الأكسجين من هواء الشهيق وتطرد ثاني أكسيد الكربون ليتخلص منه الجسم مع هواء الزفير (سعد كمال طه، 1995، صفحة 231).

5- ميكانيكية وتنظيم التنفس:

5-1- ميكانيكية التنفس :

التنفس عموما مسألة لاإردية يتم تنظيمها عن طريق الجهاز العصبي وأثناء التنفس يجب أن يدخل الهواء أولا إلى الرئتين وتسمى هذه العملية بالشهيق ويعقب عملية الشهيق هذه خروج الهواء من الرئتين وتسمى هذه العملية بالزفير.

5-2- عملية الشهيق:

تبدأ بنبضة عصبية من مركز التنفس بالمخ لينبه عضلات التنفس والحجاب الحاجز وعضلات بين الضلوع. فانقباض عضلات بين الضلوع يسبب تحريك القفص الصدري للخارج والى اعلى وانقباض الحجاب الحاجز يسبب تحويل شكله من شكل القبة الى الشكل المسطح وبذلك يزداد حجم تجويف الصدر وبالتالي يقل الضغط داخل الرئتين وبالتالي يدخل الهواء الى الرئتين عن طريق الأنف والفم.

5-3- عملية الزفير :

فتبدأ بنبضة عصبية من مركز التنفس كتنظيم رجعي حيث يقوم بإيقاف تنبيه عضلات الشهيق- كما تنبسط عضلات بين الضلوع ويهبط القفص الصدري لموضعه كما يرتخي (ينبسط) الحجاب الحاجز ويأخذ شكل القبة مرة ثانية كما ترتد الرئتين حيث تلعب دورا هاما في عملية الزفيز، فالرئتين تحتويان على عديد من ألياف النسيج الضام المرنة والتي تماثل عند امتلائها ببالونين ممتلئين حيث ترتد الرئتين عند توقف الشهيق وبالتالي يدفع الهواء الى خارج الرئتين.

العوامل المؤثرة في عملية التنفس:

تخضع عملية التنفس إلى عدد من التغييرات التي تطرأ على جسم الإنسان وهذه العوامل والتغييرات هي:

أ- عوامل عصبية مركزية :

أ-1- منطقة تحت المهاد تلعب دوراً أكيداً في اضطراب عملية التنفس، ويمكن ملاحظة ذلك أثناء الانفعال حيث تزداد

سرعة التنفس.

أ-2- قشرة الدماغ: تلعب دوراً في تغيير عملية التنفس أثناء الضحك أو الكلام أو الانتباه.

ب-عوامل كيميائية:

إن حدوث أي تغيير كيميائي للدم يعمل على اضطراب المراكز التنفسية العصبية المركزية، ويؤثر بالتالي على عملية التنفس ، ويتم هذا التأثير بطريقتين:

إحداهما مباشرة على المراكز العصبية التنفسية والثانية غير مباشرة أي منعكس عن طريق المستقبلات الموجودة على جدران الشريان الأبهر.

وأهم العوامل المؤثرة على التنفس هي درجة الحموضة (PH) ومعدل كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

ت- عوامل آلية:

ت-1- الجهد والأعمال الشاقة التي تزيد من سرعة التنفس مما يؤدي إلى زيادة الحاجة إلى الأكسجين.

ت-2- انخفاض ضغط الدم الذي يعمل على سرعة التنفس بتأثير منعكس غير مباشر.

ج- ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سرعة التنفس بطريقين: مباشر على مراكز التنفس العُليا وغير مباشر منعكس عن طريق المستقبلات.

ح- الألم والانفعال: يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس بواسطة المستقبلات التنفسية.

خ- عوامل ظرفية: مثل تعريض الممرات الهوائية بالغبار والغازات يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس (أبو العلاء أحمد عبد الفتاح و أحمد نصر الدين سيد، 1993، صفحة 77).

6- تأثير الجهد البدني على الجهاز التنفسي:

- زيادة السعة الحيوية وخاصة في الألعاب التي تتطلب كفاءة الجهاز الدوري التنفسي كما في السباحة والعدو لمسافات طويلة وكرة القدم وتزداد السعة الحيوية حسب أنواع النشاط الرياضي في التدريب المنتظم.

- الاقتصادية في عملية التنفس وزيادة في امتصاص الأوكسجين من قبل جدران الحويصلات الهوائية وإن معدل سرعة التنفس للرياضيين الممارسين وخاصةً رياضات المطاولة (المداومة) تتصف ببطء التنفس مقارنةً بغير الرياضيين.

-تحسن القابلية القصوى لاستهلاك الأوكسجين.

- زيادة معدل التنفس يبلغ معدل التنفس في الدقيقة الواحدة أثناء الراحة 12مرة \د (16- 18 مرة \دقيقة) وهذا المعدل ناتج من تكرار عمليتي الشهيق والزفير الذي يكفي لتجهيز الأوكسجين الضروري للقيام بالأفعال الحيوية أثناء الأداء الرياضي وذلك لزيادة غاز ثنائي أوكسيد الكربون كنتيجة لاستهلاك الأوكسجين . وان العامل المسيطر ليس الحاجة الى الأوكسجين ولكن زيادة تركيز ثنائي أوكسيد الكربون في الدم الذي يؤدي الى تنفس أعمق وأسرع حيث يرتفع ضغط غاز ثنائي أوكسيد الكربون الى أكثر من 40 ملم/ز فيؤدي الى تنفس أسرع مما يؤدي الى جلب كمية اكبر من الأوكسجين ليغطي الحاجة (كمال عبد الحميد ومحمد صبحي حسانين، 1997، صفحة 44) .

7- التغيرات الدائمة في الجهاز التنفسي(التكيف):

1- زيادة مساحة السطح التنفسي للرئتين وهذا يعني زيادة مساحة منطقة الحويصلات الرئوية والدم.

2- زيادة قوة عضلات التنفس الداخلية والخارجية الموجودة بين أضلاع القفص الصدري مما يؤدي إلى توسع القفص الصدري للخارج لإتاحة الفرصة للرئتين للتمدد لاستقبال أكبر كمية من الهواء والضغط عليه للداخل لطرح أكبر كمية من الهواء للخارج.

3- تحسن مرونة نسيج الرئة حيث كلما كانت مرونة نسيج الرئة وخاصية الامتداد عاليه كلما استوعبت الرئتان كمية أكبر من الهواء وزادت كمية الهواء المطروح للخارج.

4- زيادة مساحة شبكة الشعيرات الدموية في الرئتين.

5- زيادة قدرة الحويصلات الرئوية على استيعاب أكبر كمية من الأوكسجين في الرئتين ونقله إلى الدم مما يؤدي ذلك إلى سرعة تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون من الرئتين إلى الدم ومن الدم إلى الرئتين لطرحه خارجاً.

6- تحسن كفاءة أنسجة الخلايا العضلية في امتصاص الأوكسجين من الدم وبالتالي تحسن عمليات التمثيل الغذائي داخل العضلات وسرعة إنتاج الطاقة نتيجة لزيادة فاعلية الأنزيمات المؤكسدة للمواد الغذائية المخزونة في الخلايا العضلية (Gibala M.j.، 2015، صفحة 166).

8- التكيف الفيزيولوجي التنفسي نتيجة الجهد البدني:

تتحسن وظائف الجهاز التنفسي نتيجة الجهد البدني أو التدريب مما يؤدي إلى زيادة كفاءته ثم يتكيف مع أنواع الجهد البدني التي يتلقاها الفرد الرياضي وتظهر علامات هذا التكيف من خلال النقاط التالية:

8-1-الأحجام الرئوية lung volumes:

يتغير حجم وسعة الرئة نتيجة التدريب فتزداد السعة الحيوية (وهي تعني كمية الهواء التي يمكن زفرها بعد أقصى شهيق) كما تزداد كمية الهواء في الرئتين (والتي تعني كمية الهواء التي لا يمكن تحريكها خارج الرئتين) كما أنه بعد تدريبات التحمل فإن حجم التنفس العادي لا يتغير وهي تعني (كمية الهواء التي تدخل وتخرج من الرئة أثناء التنفس العادي).

8-2-معدل التنفس:

- زيادة حجم التهوية الرئوية في الدقيقة.

وتعني كمية الهواء المطروح إلى الخارج في الدقيقة وهي ناتجة عن:

-عدد مرات التنفس في الدقيقة × حجم التنفس في كل شهيق.

ففي فترة الراحة يكون عدد مرات التنفس في الدقيقة حوالي(13) مرة وكمية الهواء المطروح في كل زفير حوالي (0.5) لتر من الهواء، وبذلك يكون حجم التهوية الرئوية خلال فترة الراحة في الدقيقة (6.5) لتر هواء ناتجة من13مرة شهيق × 0.5 لتر هواء = 6.5 لتر هواء في الدقيقة.

أما في خلال الجهد البدني تزداد سرعة التنفس حوالي(4) أضعاف نتيجة لاشتداد الطلب على الأوكسجين للإيفاء بمتطلبات الجهد البدني، أي يكون عدد مرات التنفس (52) مرة ناتجة من:

13مرة شهيق × 4 أضعاف خلال الجهد = 52 مرة شهيق خلال الدقيقة.

كما يزداد حجم التنفس في كل مرة شهيق حوالي(4) أضعاف، وبذلك يكون حجم الشهيق الواحد (2) لتر هواء ناتج من :

0.5 لتر في كل شهيق × 4 أضعاف خلال الجهد = 2 لتر هواء في كل شهيق.

وبذلك يكون حجم التهوية الرئوية الكلية في الدقيقة أثناء الجهد البدني هو حجم التهوية الرئوية = عدد مرات الشهيق في الدقيقة × حجم هواء الشهيق في كل مرة شهيق.

جم التهوية الرئوية = 52 مرة شهيق × 2 لتر شهيق = 104 لتر هواء في الدقيقة.

وهذا يعني أن التهوية الرئوية تزداد أثناء الجهد البدني حوالي(16) مرة مقارنة بفترة الراحة بسبب زيادة عدد مرات التنفس (4) مرات وزيادة حجم التنفس (4) مرات، علما بأن مقدار حجم التهوية الرئوية في الدقيقة يعتمد بشكل كبير على شدة الجهد البدني ومدته (أحمد عريبي عودة، 2016، صفحة 39).

9- تكيف الجهاز التنفسي نتيجة الحمل التدريبي:

هناك تقسيمان لعملية التكيف، عملية تكيف مؤقتة (حاد) وعملية تكيف دائم، يدخل التكيف المؤقت (الحاد) في جميع أنشطة الجسم المتعلقة بتغيرات الحياة اليومية، في حين أن التكيف الدائم (المزمن) عبارة عن نتيجة لمثير بيئي مستمر، يسبب تغيرات تكوينية في بعض الحالات والتساؤل الذي يبرز هنا هو ماذا يسبب التكيف أو ما هي أسباب حدوث التكيف، يتطلب الحمل البدني الواقع على الجسم أثناء التدريب عمل أغلب وظائف الجسم لضمان توفير عناصر عمليات

الأيض المثلى بالعضلات العاملة مثل الإمداد بالمواد الغذائية الضرورية والأكسجين والتخلص من الفضلات الأخيرة لعملية الأيض، لتفادي ظهور حالة التعب مبكرا، ويشير ذلك إلى أهمية الدور الكبير لتناسق وتوافق وظائف جهاز القلب والدورة الدموية أثناء الحمل البدني أو الجهد البدني في الإمداد بالمواد الغذائية والأكسجين لعمليات الأيض بالعضلات بواسطة الدم، والتخلص من المخلفات مثل ثاني أكسيد الكربون وكذلك المواد الحمضية أيضا (Taelman,R، 2000، صفحة 78).

10- أثر الجهد البدني على استهلاك الأكسجين O_2:

ان المجهود البدني يؤثر على استهلاك الاكسجين، فمع تقدم النشاط البدني ينخفض استهلاك الأكسجين (O2) وانتاج ثاني أكسيد الكربون (CO2) نظرا لتحسن الوظائف العضلية العصبية، فالجهد أو المثير يزيد من الأكسجين (O2) الواصل للعضلات العاملة من خلال الزيادة في ناتج القلب، ويزيد استخلاص الأكسجين في الدم بواسطة الأنسجة، ونتيجة لذلك تزداد قدرة اللاعب على استهلاك أقصى كمية من الأكسجين(O2) أثناء المجهود ذو الشدة المرتفعة (كمال درويش وآخرون، 1998، صفحة 65).

المحور الخامس: التكيف الفيزيولوجي للجهاز العصبي العضلي للجهد البدني

الجهاز العصبي والعضلي:

مقدمة:

يعتبر الجهاز العصبي العضلي المسؤول عن تحريك أعضاء الجسم، حيث تستقبل العضلة الهيكلية الإشارات العصبية من الخلايا العصبية الحركية وتقوم بوظيفتها لأداء الانقباض العضلي، فإن الجهاز العصبي العضلي يتكون من الأعصاب الحركية التي تحمل الأوامر من الجهاز العصبي إلى العضلة، والأعصاب الحسية التي تنقل الأحاسيس المختلفة من العضلة إلى الجهاز العصبي، والعضلة نفسها التي تقوم بالانقباض العضلي بناء على ما يصلها من إشارات عصبية.

وتنظم عملية الاتصال العصبي العضلي من خلال نظام الوحدات الحركية التي تعتبر الوحدة الأساسية للجهاز العصبي الحركي، حيث تتكون كل وحدة حركية من خلية عصبية حركية ومجموعة من الألياف العضلية التي تتصل بها هذه الخلية العصبية ويقدر عدد هذه الألياف تبعا لعدد الأفرع العصبية المتفرعة من محور الخلية العصبية المسيطرة على هذه الألياف.

أولا– الجهاز العصبي Nervous System :

يتكون الجهاز العصبي من مجموعة كبيرة من الخلايا تعد بالماليين، ولكنها خاليا عصبية ذات طبيعة خاصة حيث تتميز بقدرتها على الاستثارة وتوصيل الإشارة العصبية الحسية من جهة أخرى، وتتجمع بعض هذه الخلايا لتكون ما يسمى بالمراكز العصبية التي تستقبل الإشارات العصبية الحسية من جميع أجزاء الجسم لتقوم بجدرها بإصدار الإشارات العصبية الحركية، ومن هذه المراكز العصبية المترابطة يتكون الجهاز العصبي، وهو يقوم بوظيفته في الهيمنة والسيطرة على جميع أجزاء الجسم، بدءا من حركة العين حتى العضلات الكبيرة.

يقوم كل من الجهاز العصبي والغدد الصماء endocrine glands بالتحكم في وظائف الجسم المختلفة فالوظيفة الأساسية للجهاز العصبي هي استقبال المعلومات من أعضاء الحس المختلفة يتبعه إرسال إشارة كيميائية كهربية electrochemical signals إلي أعضاء الجسم المختلفة ومن هناء يتحكم الجهاز العصبي في الأنشطة وردود الأفعال السريعة مثل انقباض العضلات، أما الغدد الصماء فغالبا ما تتحكم في الوظائف الأيضية metabolic functions ويتم ذلك عن طريق تصنيع وإفراز مواد كيميائية تسمي الهرمونات hormones والتي تنطلق إلي الدم حيث تصل إلي العضو المستهدف ، وفي جميع الفقاريات نجد أن الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء يكملان بعضهما ويعملان معا لتنظيم وظائف الأعضاء المختلفة والتحكم في علاقة الحيوان بالبيئة المحيطة . وهنا تجدر الإشارة إلي أن منطقة تحت المهاد hypothalamus في الدماغ تعتبر حلقة الوصل الرئيسية بين الجهاز العصبي والغدد الصماء (إقبال محمد ومحمد أمحمد سويدان، 2006، صفحة 173) .

الشكل رقم (17) : يمثل الجهاز العصبي

1- التحكم العصبي Nervous coordination :

الجهاز العصبي وأعضاء الحس The nervous system and sense organs من الناحية التشريحية يتكون الجهاز العصبي من الأعصاب nerves والعقد العصبية ganglia وكذلك كتل النسيج التي تنشأ منها الأعصاب والعقد العصبية

وهذه تشمل الدماغ brain والحبل الشوكى spinal cord أما من الناحية الفسيولوجية فإن الجهاز العصبي هو ذلك الذي يستقبل المعلومات من الأعضاء الحسية المختلفة ثم يقوم بترجمة هذه المعلومات إلي شفرة خاصة بواسطة الجهاز العصي المركزي حيث يقوم الأخير بتحويلها إلي ردود فعل مناسبة .

وينقسم الجهاز العصبي إلي :

1-1- الجهاز العصبي المركزيC.N.S Central Nervous System :

ويتكون المخ والنخاع الشوكي، ويقوم بتنظيم وظائف الجسم وتهيئته لمواجهة الظروف المتغيرة، كما يقوم بوظائف التفكير وغيرها.

1-2- الجهاز العصبي الطرفي (المحيطي) Peripheral Nervous System :

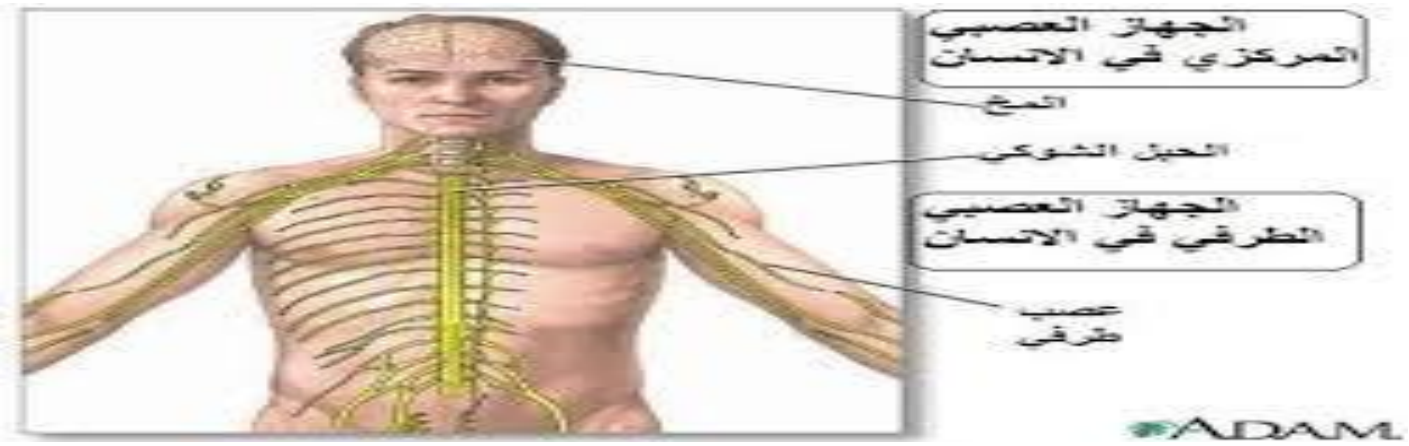
ويتكون من الأعصاب المخية Cranial Nerves (وعددها في الإنسان 12 زوج) والأعصاب الشوكية (وعددها في الإنسان 31 زوج) ويقوم الجهاز العصبي الطرفي بنقل الإشارة العصبية impulses nerve من مستقبلات الحس المختلفة إلي الجهاز العصبي المركزي (أبو العلا عبد الفتاح، 2003، صفحة 98).

1-3- الجهاز العصبي الذاتي:

يعتبر هذا الجهاز أحد أجزاء الجهاز العصبي، ويطلق عليه عدة مصطلحات مثل الجهاز العصبي الذاتي أو الأوتونومي أو الجهاز العصبي اللاإرادي، و تقوم وظائف الأعصاب لهذا الجهاز بالتحكم في مختلف وظائف الجسم، وهي تتصل بجميع أعضاء الجسم فيما عدا العضلات الهيكلية المخططة وينقسم إلى نوعين هما:

أ- الجهاز العصبي السبثاوي.

ب-الجهاز العصبي الباراسمبثاوي (أبو علاء أحمد عبد الفتاح و محمد صبحي حسانين، 1998، صفحة 160).



الشكل رقم: (18) يمثل الجهازين العصبيين المركزي والطرفي

❖كيف تنتقل الإشارات العصبية ؟

تنتقل الاشارات العصبية بين الخلايا العصبية وبعضها بواسطة مادة كيميائية تسمى الناقل العصبي تعتبر هذه المادة المسافة الفاصلة أو الفجوة بين الخليتين وتتفاعل مع مادة كيميائية أخرى تسمى المستقبل لتنشر بعد ذلك الإشارة العصبية في الخلية الأخرى (أبو العلا عبد الفتاح، 2003، صفحة 103).

2- الإشارة العصبية The nerve impulse :

الإشارة العصبية هي عبارة عن تغيرات كيميائية وكهربية تحدث في غشاء الخلية العصبية وتنتقل هذه التغيرات على امتداد محور الخلية إلي النهايات العصبية nerve terminals ومن المعروف أن غشاء الخلية يفصل بين السائل خارج الخلايا extracellular fluid والسائل داخل الخلايا intracellular fluid اللذين يختلفان عن بعضهما في تركيز الأيونات الموجودة بكل منهما فالسائل داخل الخلايا يحتوى على تركيزات عالية من أيونات الصوديوم Na+ والكلوريد Cl- . بينما السائل داخل الخلايا يحتوى على تركيزات عالية من أيونات البوتاسيوم K+ والأيونات العضوية كبيرة الحجم

مثل البروتينات .

وعلى ذلك ففي حالة الراحة resting state (أي حالة عدم توصيل إشارة عصبية) توجد على السطح الخارجي للغشاء الخلوي تركيزات عالية من الشحنات الموجبة بينما على السطح الداخلي للغشاء توجد تركيزات عالية من الشحنات السالبة والسبب في ذلك هو اختلاف نفاذية غشاء الخلية للأيونات ؛ فغشاء الخلية في حالة الراحة يسمح بمرور أيونات البوتاسيوم (التي توجد بتركيزات عالية داخل الخلية) من الداخل إلي الخارج مسببا تراكم الشحنات الموجبة خارج غشاء الخلية، أما الأيونات سالبة الشحنة مثل البروتينات والتي لا تستطيع المرور عبر الغشاء تسبب تراكم الشحنات السالبة بالداخل وهذا يجعل الغشاء في حالة استقطاب polarization أي يكون الغشاء موجب الشحنة في الخارج وسالب الشحنة في الداخل. أما عند مرور إشارة عصبية فيحدث تغير سريع في نفاذية الغشاء الخلوي ويُصبح منفذا permeable لأيونات الصوديم (التي توجد بتركيزات عالية في السائل خارج الخلايا) فتمر أيونات الصوديم الموجبة الشحنة من الخارج إلي الداخل مسببة تراكم الشحنات من الخارج إلي الداخل مسببة تراكم الشحنات الموجبة على الناحية الداخلية للغشاء الخلوي وظهور ما يسمي بحالة إزالة الاستقطاب ، وعلى ذلك يصبح الغشاء موجب الشحنة في الداخل وسالب الشحنة في الخارج ، هذا التغير المؤقت الذي يحدث في نفاذية الغشاء يسبب ما يعرف بجهد الفعل الذي ينتقل عبر المحور من جزء إلي جزء إلي الجزء الذي يليه مسببا نقل الإشارة العصبية . وبعد إزالة الاستقطاب يعود غشاء الخلية إلي حالته السابقة بعملية تسمي إعادة الاستقطاب والمقصود بها عودة جهد الغشاء الخلوى إلي حالة الراحة حيث يحدث نقص مفاجئ في نفاذية غشاء الخلية وأيضا يحدث خروج سريع لأيونات البوتاسيوم الموجبة الشحنة وذلك للوصول إلي جهد الراحة resting potential التشابكات (المشابك) العصبية The synapses التشابك العصبي هو الوضع الذي تقترب فيه تفرعات محور خلية عصبية من التفرعات الشجرية لخلية عصبية أخرى ولا يوجد اتصال سيتوبلازمى بين هذه النهايات والتفرعات الشجرية ويتكون أى تشابك عصبي من غشاء ما قبل التشابك presynaptic membrane وغشاء ما بعد التشابك membrane postsynaptic والمسافة التي بينهما تسمي التشابك العصبي، وقد يكون التشابك العصبي بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية وليفة عضلية أو قد يكون التشابك العصبي بين خلية عصبية وخلية غدية (وليد أحمد عواد

الكبيسي، 2018، صفحة 50) .

3- الخلية العصبية Nervous cell :

يبلغ حجم الخلية العصبية (120 جزء من الألف/ملم) وتكون على أشكال مختلفة، وتتكون من جسم الخلية الذي يحتوي على نواه وتبرز من سطحه امتداد واحد أو امتدادان أو أكثر وهذه الامتدادات تشبه الجذور وتسمى بالألياف الشبكية وان واحدا فقط منها طويل واطواني الشكل يسمى المحور وهذه هي الألياف العصبية التي لها علاقة في استقبال أو نقل الاشارات الكهربائية وإن حزمة هذه الجذور هي بالحقيقة الأعصاب التي تتميز بطولها وعادة تتصل هذه الأعصاب بأعضاء الحس أو ألياف العضالات وبذلك تستطيع أن تنقل الأحاسيس (الألم-الذوق-الشم...الخ) بأوامر تصدر من المخ أثناء النشاط البدني، يستقبل جسم العصبون الاشارات العصبية من العصبون الأخرى عن طريق هذه الامتدادات من جسم عصبون آخر أو من محور عصبون آخر عن طريق مشابك ويمكن تقسيم الخلية العصبية إلى عدة أجزاء هي.

الشكل رقم (19): يمثل الخلية العصبية

4-تركيب الخلية العصبية:

4-1- جسم الخلية: (The cell Body)

يحتوي على النواة وتقوم بإدارة وظائف الخلية.

4-2- المحور Axon:

يعتبر الجزء المركزي هو الامتداد الحقيقي للخلية العصبية لآن الدفعات العصبية تمر خلاله ومحور العصبون هو امتداد يخرج من جسم الخلية ويقوم بنقل الاشارات من العصبون، يغلف المحور من الخارج صفائح النخاعين وهي مادة عازلة للمحور وضرورية لنقل الاشارات العصبية وتنتج هذه المادة من الخلايا الجيلاتينية قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي أما في الجهاز العصبي المحيطي فتنتج في خلايا شوان، تتجمع أجسام العصبونات على شكل مجاميع تسمى بالنواة أو العقدة وتتجمع محاور العصبونات لتكون الأعصاب التي تنقسم حسب موقعها في العقدة إلى:

-أعصاب ماقبل العقدة.

-أعصاب ما بعد العقدة.

تتشابك أعصاب (محاور أجسام عصبونات) ما قبل العقدة مع أجسام العصبونات ما بعد العقدة خلال المشابك في القد لنقل الاشارات العصبية.

4-3-النتوءات (تفرعات الخلية) (The Dendrites): ويحتوي معظم الخلايا على العديد هذه الشجيرات التي تعمل وظيفية المستقبلات، حيث تستقبل جميع الاشارات الحسية الواردة إلى الخلية ويبلغ متوسط عدد الزوائد الشجرية في العصبون حوالي (10000) تقريبا ولذا وهي تشكل ما يقارب 90% من سطح معظم العصبونات، وبذلك فإن الزوائد تزيد من مساحة سطح الخلية بشكل كبير لكي تجعل منها نقاط اتصال متخصصة فعالة في استقبال الاشارات من العصبونات الأخرى .

4-4- الخلايا الجيلاتينية Glial Cell :

سميت بهذا الاسم المشتق من اللاتينية جليا الغراء أو الصمغ لإعتقادهم بأن عملها الأساسي هو الربط بين العصبونات، وتعد خلايا مساندة للعصبونات لا تشارك في نقل الاشارات العصبية الكهربائية وهي أكبر الخلايا العصبية عددا وتشكل عشرة أضعاف عدد العصبونات في الجهاز العصبي وحجمها 10/1 حجم العصبون لذا فهما يشغلان نفس الحيز في الجهاز العصبي (وليد أحمد عواد الكبيسي، 2018، صفحة 30).

5-أنواع الخلايا العصبية:

رغم اختلاف التسميات فإن جميع الآراء تتفق على أن الخلايا العصبية من الناحية الوظيفية تقسم إلى ثلاثة أقسام:

5-1-الخلايا العصبية الحسية: هي كما سميت بالموردة وهي تنقل المعلومات من البيئة الداخلية والخارجية للجسم إلى الجهاز العصبي وبهذا فهي تكشف لنا الصورة لتزويدنا بالمعلومات عن الحرارة أو الضغط الجوي.. وغيرها.

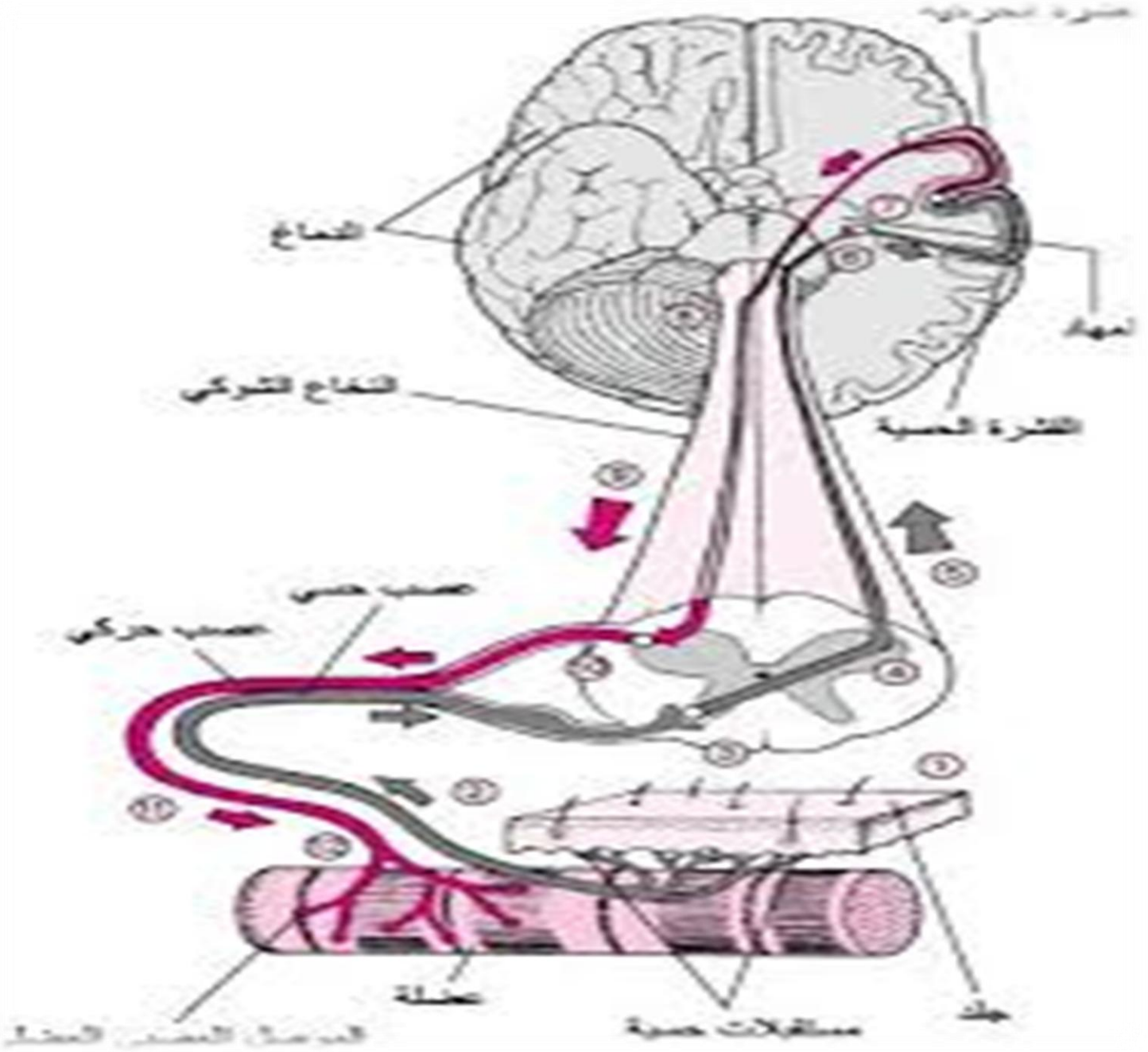
5-2-الخلايا العصبية الحركية: تسمى بالمصدر وهي أداة التنفيذ التي تعتمد بإيصال الأمر إلى العضلات لأداء الواجب وهي أداء بهذا تصدر الأوامر من الجهاز العصبي إلى جميع أعضاء الجسم.

5-3- الخلايا العصبية الداخلية: حيث الخلايا لها القدرة على الاتصال بأكثر من خلية واحدة نظرا لتعدد محاورها وكذلك هي الخلايا التي تقوم بدور الربط بين الخلايا الموردة والمصدرة (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 244).

6-الإشارة العصبية:

هي شحنة كهربائية تنتقل عبر الخلايا العصبية تحتوي على معلومة منقولة من خارج الجسم بواسطة أعضاء الحس (العين) بصورة مثير إلى الدماغ (مركز المعلومات) والذي يعمل إلى ارجاعها بصورة استجابة (برنامج حركي) عبر

الأعصاب الحركية إلى العضلة المسؤولة عن الأداء كما هو موضح في الشكل (Gaillard R et Servien E، 2017).



الشكل رقم (20): يمثل الاشارة العصبية بين الدماغ والاطراف لأداء الحركة

7- التكيف العصبي نتيجة الجهد البدني:

يظهر تكيف الجهاز العصبي في الحالات التي تزداد فيها القوة العضلية دون زيادة كبيرة في حجم العضلة وخاصة عند تنمية القوة العضلية لدى الأطفال وكذلك لدى الإناث كما تظهر بشكل أكبر في بداية البرامج التدريبية لزيادة القوة العضلية حيث تتحسن القوة العضلية في بداية البرامج التدريبية تحت تأثير الجهاز العصبي أكثر من التضخم العضلي، ويتلخص دور الجهاز العصبي في امكانية زيادة القوة العضلية عن طريق تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية المشاركة في الانقباض العضلي وزيادة تزامن توقيت عمل الوحدات الحركية أي القدرة على تضامن الوحدات الحركية لتعمل في توقيت واحد بقدر الامكان (فاضل دحام منصور المياحي، 2022، صفحة 243).

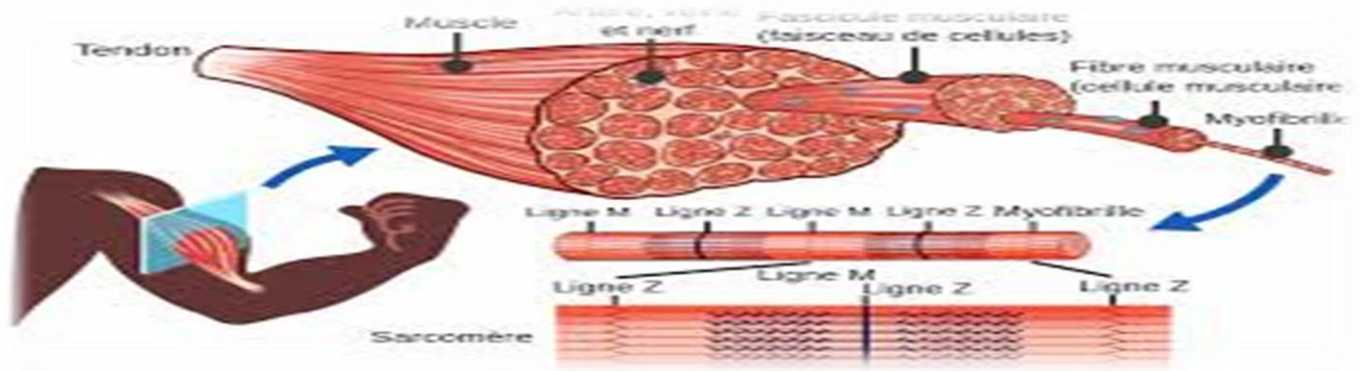
8-تكيف وظائف الجهاز العصبي:

يلعب الجهاز العصبي دورا أساسيا وضروريا كأحد أهم الاجهزة الوظيفية للرياضي في الأداء الحركي سواء البدني أو المهاري أو الخططي، فطبيعة الأداء في الأنشطة البدنية (الجماعية أو الفردية) تتميز بعض الخصائص التي تلقي عبئا فيزيولوجيا على الجهاز العصبي للاعب نتيجة الاحمال البدنية خلال المجهود البدني، والأمر الذي يزيد من أهمية الجهاز العصبي ووظائفه والتي يجب أن توجه بالصورة التي تسمح للرياضي تنفيذ الأداء الحركي بصورة صحيحة، فعملية تدريب الجهاز العصبي أو تكييفه على المجهود البدني تلعب دورا هاما في حالته التدريبية حتى يستطيع القيام بالأداء الحركي للجوانب البدنية والمهارية والخططية بصورة دقيقة مع الإقتصاد في الجهد المبذول، وكذلك التحكم في اتجاهات الحركة للجسم وأجزاءه في الفراغ والتفكير وارسال الاشارات العصبية الناتجة عنه للتحرك في الأماكن والمساحات، وتوقيت الأداء، واتخاذ القرارات في المواقف المتعددة والمتغيرة خلال الأداء. (كمال درويش وآخرون، 1998، صفحة 67) .

ثانيا- الجهاز العضلي.

مقدمة:

العضلات مثل سائر أعضاء الجسم المختلفة، تتكون من خلايا إلا أنها خلايا من نوع خاص فهي طويلة ورفيعة، ومن المعتاد تجمع عدد كبير منها لتكوين وحدة العضلة التي يسمى الليفة العضلية.



الشكل رقم (21): يمثل مكونات العضلة ومميزاتها.

1-مكونات الجهاز العضلي:

تشكل العضلات حوالي 40-50% من الوزن الإجمالي للجسم، ويحتوى على أكثر من 600 عضلة وعند انقباض تلك العضلات فإنها تؤثر بكل أجزائه، ويظهر ذلك واضحا عند حركة الجسم كما تؤثر أيضا تلك العضلات في الكثير من العمليات الحيوية الأخرى مثل حركة الدورة الدموية وحركة التنفس وغيرها.

1-1- تركيب الخلايا والعضلات الهيكلية:

تتكون العضلة الهيكلية من عدة حزم من الألياف العضلية تأخذ كل ليفة منها شكلا أسطوانيا، ويتراوح طولها من عدة ملمتر إلى عد سنتمترات بينما يتراوح قطرها من(10 إلى 100) ميكروميتر أي 1000/1 من ملل متر، ويحيط بالليفة العضلية غشاء خارجي يسمى "ساركوليما" يفصل بين محتويات الليفة وسائل ما بين الخلايا، كما تحتوي الليفة العضلية

على سائل "الساركوبلازم الذي يملأ فراغ الليفة من الداخل وتتعلق وتسبح فيه المكونات الأخرى الأصغر تكوينا والتي (ريسان خريبط، 2014، صفحة 133).

2- أنواع الأنسجة العضلية:

2-1- العضلات المخططة والإرادية (Striated Voluntary muscles):

سميت بالعضلات الهيكلية لأنها تتصل بعظام الجسم وسميت أيضا إرادية لأنها تنقبض إراديا بناء على رغبة الفرد نفسه، والمخططة بسبب خلايا المخططة طوليا وعرضيا، وعلى ذلك فهي المسؤولة عن حركة الجسم وعن شكله وهيكله، وللعضلات المخططة أشكال مختلفة فقد تكون مفلطحة مثل العضلة الظهرية وقد تكون أسطوانية طويلة مثل العضلة الفخذية وقد تكون مغزلية مثل العضلة الصدرية وللعضلات الإرادية يعرفان ببداية العضلة ونهايتها والجزء الواقع بينهما يعرف ببطن العضلة، وبداية العضلة تعرف بوتر المنشأ ونهايتها يعرف بوتر الأندغام، وهذه الأوتار لها أشكال مختلفة فقد تكون مبرومة أو مبططة حسب وضع العضلة في الجسم والعمل الذي تؤديه.

2-2- العضلات اللاإرادية أو الناعمة (Smooth Muscles):

على حسب تسميتها دليل على أنها لا تقع مباشرة تحت جهاز تحكمنا، وتوجد في جدار معظم الأوعية الدموية مما يجعلها تنقبض أو تنبسط، وبذلك تستطيع التحكم في سريان الدم، كما أنها توجد في جدار معظم الأعضاء الداخلية مما يجعلها تنقبض أو تنبسط حتى تمكن الطعام من السريان في الجهاز الهضمي أو خروج العضلات أو الولادة.

2-3-العضلة القلبية (Cardiac Muscles):

توجد فقط في القلب مكونة معظم تركيبة القلب وتشارك بعض خصائص العضلات الهيكلية لكنها مثل العضلات الناعمة ليست تحت التحكم الإرادي ، وعضلة القلب تتحكم في نفسها بمساعدة الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

	المخططة الهيكلية	العضلة القلبية	العضلات الملساء
عملها	تحريك الجهاز الهيكلي	ضخ الدم	انقباض الأعضاء لتفريغها
التفرغ Branching	لا يوجد	بكثرة	لا يوجد
الخطوطStiation	يوجد	يوجد	لا يوجد
التعصيب من الCNS	يوجد	لا وجد	لا يوجد
وجود صفيحة انتهائية محركة (MEP)	يوجد	لا يوجد	لا يوجد

الجدول رقم (03): يمثل الفرق بين أنواع العضلات (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 100).

3-أنواع التقلص العضلي:

3-1- التقلص ذو الطول المتساوي:

وهو تقلص لا يحدث فيه قصر يذكر في طول العضلة ، مثال ذلك الانسان يدفع حائط حيث أن هذه العملية تنتج حرارة و لا تنتج عمل.

3-2- التقلص ذو التوتر المتساوي:

وفي هذه الحالة يقصر طول العضلة مثال ذلك رفع ثقل معين وهنا يقصر طول العضلة دون حدوث تغير في توترها (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 103).

4- أنواع عمل العضلات:

4-1- العضلات العاملة:

هي العضلات المسؤولة التي تقوم بالعمل العضلي الفعلي أو الأداء الذي ينتج عنه الانقباض سواء المتحرك أو الثابت.

4-2- العضلات المثبتة:

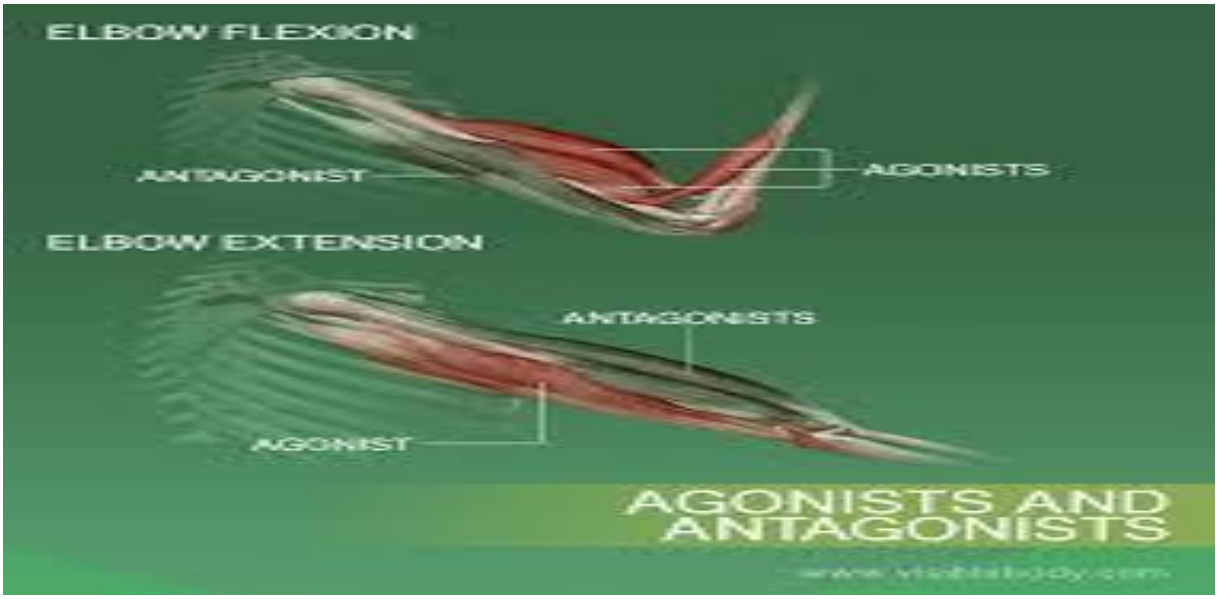
هي العضلات التي تثبت المفاصل عند أداء الحركة وبالاتجاه والوضع الذي يخدم الحركة وانسيابيتها وجمالها.

4-3- العضلات المعاكسة:

هي العضلات التي تكون بالاتجاه المعاكس للعضلات العاملة وتكون في حالة انبساط عمل العضلات العاملة.

4-4- العضلات المساعدة:

هي العضلات التي تعمل بصورة جزئية أو بسيطة عند أداء الحركة الفعلية فهي تنقبض نتيجة لاشتراكها ضمن المدى الحركي للمفصل الذي تتمفصل عليه.



الشكل رقم (22): يمثل أنواع عمل العضلات

5- أنواع الألياف العضلية:

تتشابه الألياف العضلية في خصائصها البنائية والتكوينية، ولكنها تختلف في خصائصها الوظيفية من حيث الكفاءة الهوائية واللاهوائية وعدد أجسام الميتوكوندريا وعدد الشعيرات الدموية ، وكذلك من قوة الانقباض وكفاءة إنتاج الطاقة ودرجة مقاومة التعب ، وقد قام العلماء بتقسيم الألياف العضلية من حيث اللون إلى نوعين هما: الألياف البيضاء والألياف الحمراء وقام البعض الأخر بتقسيمها الى نوعين أخرى هما الألياف السريعة والألياف البطيئة أما في الحالي فان الألياف العضلية تنقسم إلى ثلاث أنواع هي:

5-1- الألياف العضلية بطيئة الانقباض حمراء (Slow-Twitch Type I):

1. تعتمد على الأوكسجين في إنتاج الطاقة (نظام الأيض الهوائي.(مقاومة عالية الإرهاق).
2. مناسبة للنشاطات طويلة المدة مثل المشي، الجري الخفيف، ركوب الدراجة.
3. تحتوي على كمية كبيرة من الميتوكوندريا.
4. سرعة انقباضها منخفضة.

5-2- الألياف العضلية سريعة الانقباض بيضاء (Fast-Twitch Type II) :

1. تنقسم إلى نوعين (IIa) هجينة و (IIb) نقية.
2. تعتمد على الجلوكوز في إنتاج الطاقة (نظام الأيض اللاهوائي).
3. سرعة عالية في الانقباض.
4. مقاومة أقل للإرهاق مقارنة بالنوع الأول.
5. مثالية للأنشطة القوية والسريعة مثل رفع الأثقال والركض السريع (خالد صلاح الدين محمد كامل، 2020، صفحة 180).

6- الخصائص المميزة للنسيج العضلي والجهد البدني:

الجهاز العضلي يعد من الأركان الأساسية الثلاث التي يعتمد عليها جهاز الاتزان والحركة بالنسبة لجسم الفرد بصفة عامة، والجهد البدني بصفة خاصة وسنتطرق للخصائص المميزة للنسيج العضلي والجهد البدني:

6-1- خاصية النغمة العضلية والجهد البدني:

خاصية النغمة العضلية أي الاحتفاظ بانقباض بسيط وبصفة مستمرة حتى أثناء الراحة لها أهميتها الكبيرة في الرياضات التي تعتمد على عنصر المفاجئة مثل (الملاكمة والفنون القتالية... الخ) إذ تتطلب هذه المواقف في مثل هذه الرياضات سرعة اتخاذ أوضاع دفاعية أو هجومية مفاجأة تتطلب انقباضات وانبساطات من المجموعات العضلية المشاركة وإلا أدى عدم تأهيل المجموعات العضلية للعمل الى حدوث إصابات بالألياف العضلية ويلعب الإحماء دورا هاما الى جانب النغمة العضلية في تأهيل العضلات للعمل المحتمل القيام به أثناء الأداء الرياضي التخصصي.

6-2-خاصية الانقباض والجهد البدني:

من الخصائص الهامة التي يتميز بها النسيج العضلي خاصية الانقباض أو قدرة هذه الأنسجة على الانقباض ويقابلها القدرة على الارتخاء، ولما كانت العضلات تشكل ثلاث أخماس وزن الجسم تقريبا بالنسبة للرجل واقل من ذلك بالنسبة للمرأة فان ذلك يبرز أهميتها بالنسبة للجهد البدني، ويتفاوت حجم هذه الأهمية بالنسبة لعدد ونوع العضلات العاملة (المنبسطة والمنقبضة) أثناء الأداء وفقا لاختلاف نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس، فالمجموعات العضلية العاملة أثناء رياضة التجديف مقارنة عن المجموعات العاملة لرياضة كرة اليد...الخ، ولتوضيح الآلية التي يتم بها الانقباض العضلي وفقا لمفهوم النظرية الانزلاقية لفتائل المايوسين والأكتين البروتينية والتي تتكون من خمس مراحل وكما هو موضح كالآتي:

أولا: الراحة:

1- شحنة (ATP) في جسور التقاطع منتشرة.

2- خيوط الأكتين والمايوسين مفكوكين.

3- (Ca++) في مخازنها بالساركوبلازم.

ثانيا: الإشارة:

1- اندفاع وتوليد الجهد الكهربائي (فرق الجهد) يبدأ بوصول الاشارة العصبية.

2- (Ca++) يتم انطلاقها من الحويصلات.

3- (Ca++) يغذي التروبونين ويعمل على تحريك الأكتين.

4- تنطلق شحنة (ATP) إلى جسور التقاطع (CrossBrdge).

5- يرتبط الأكتين بالمويوسين ويسميان أكتيمايوسين.

ثالثا: الانقباض:

1- يتكسر (ATP) (ADP)+ (PC) طاقة.

2- الطاقة الناتجة تعمل على تدوير جسر التقاطع.

3- الأكتين ينزلق فوق بالمايوسين.

4- تقصر العضلة ويحدث الشد.

رابعا: توقف الشحنة أو الاثارة:

1- يقل اطلاق الطاقة من (ATP).

2- ينقسم أكتيمايوسون وينفصل إلى أكتين + مايوسين.

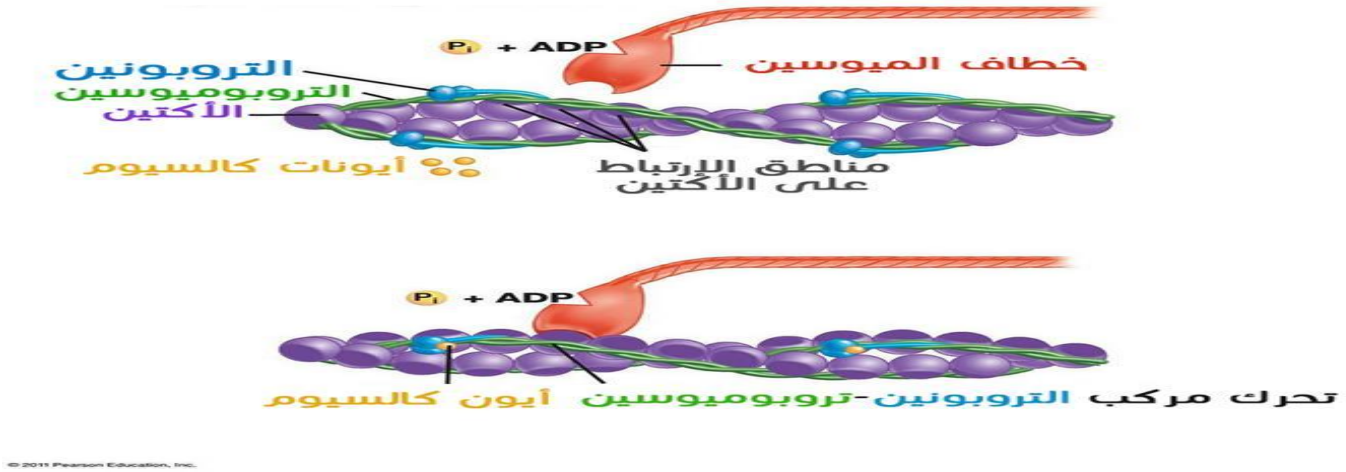
خامسا: الارتخاء:

1- يتوقف اندفاع الاشارة العصبية.

2- كالسيوم (Ca++) يتوقف اندفاعها وتبقى في أماكنها (الحويصلات).

3- العضلة تعود لحالتها الأولية وترجع لطولها الطبيعي (وليد أحمد عواد الكبيسي، 2018، صفحة 51).

الشكل رقم (23): يمثل منطقة الاتصال العصبي العضلي



الشكل رقم (24): يمثل عملية الانقباض العضلي

6-3-خاصية النغمة العضلية وسرعة الاستجابة والجهد البدني:

إلى جانب أهمية النغمة العضلية تبرز أهمية خاصية سرعة الاستجابة، وهي قصيرة الفترة الزمنية اللازمة لتلبية متطلبات المواقف المختلفة ويساعد التدريب على تنمية هذه الخاصية ومثال ذلك في البدء في رياضات سباق المسافات القصيرة وكذلك المنازلات بأنواعها ومواقفها المختلفة والألعاب (اليد، السلة، القدم....الخ).

6-4- خاصيتي الاستثارة والتوصيل والعلاقة بينهما للجهد البدني:

يتوفر خاصيتي الاستثارة والتوصيل أي قابلية الاستجابة للمثيرات الكيميائية والكهربائية وقدرة النسيج العضلي على نقل هذه المثيرات ويتوفر عنصران هامان بالنسبة للأنشطة البدنية يكملها خاصية سرعة الاستجابة أو ما يدعى بسرعة رد الفعل ومثلها في الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين العين والقدم، ومثلها في التسجيل أو التمرير في كرة اليد، وغيرها من الرياضات وكذا في الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين الأذن والمجموعات العضلية المستجيبة ومثلها البدء في رياضات السباحة وسباقات المسافات القصيرة، إذ يترتب على سماع إشارة صوتية ، كذلك يحقق التوافق فيما بين حاسة اللمس والمجموعات العضلية المستجيبة في رياضة المصارعة بنوعيها الحرة والرومانية وتحقيق خطفات سريعة وموفقة.

6-5-خاصية المرونة والجهد البدني:

تعمل خاصية المرونة بالنسيج العضلي أي التمدد والاستطالة على تنمية عنصرا هاما من عناصر اللياقة البدنية وهو المرونة، ويعد هذا العنصر متطلبا هاما جدا في الكثير من الرياضات إن لم يكن بشكل مباشر فبشكل مشارك ومثل هذه الرياضات الجمباز بكافة أجهزته، والتمرينات الإيقاعية، البالي المائي...الخ ، ويتوفر هذا العنصر تتوفر للجهاز العضلي درجة من الأمان والحماية من التمزقات العضلية وما يشابه ذلك من الإصابات التي قد يسببها الأداء المفاجئ للمهارات كاستجابة لبعض المواقف والمتطلبات في الأداء الحركي.

6-6- التكيفات التدريبية على الألياف العضلية:

من المعروف والواضح لدينا بأن تبديل نوع الألياف العضلية بالطرائق التدريبية غير ممكن باستثناء الطرائق (بالتحفيز الكهربائي تحت شروط مختبرية محددة) ولكن من خلال تحميلات معينة وهادفة يمكننا التبديل والتفريق نوع تلك الالياف وفقا للفعاليات البايوكيميائية الأيضية، وهذه تنطبق بالمقام الأول على الالياف السريعة التأكسدية FTO وعلى الالياف السريعة الكلاكيولية FTG باتجاه العمل بنظام الطاقة الهوائي أكثر حيث أن تدريبات السرعة القصوى والقوة المميزة بالسرعة ومختلف تدريبات القوة القصوى سوف تعمل باتجاه تغيير الألياف العضلية السريعة الكلاكيولية FTG بينما تدريبات القوة البطيئة وتدريبات التحمل سوف تعمل باتجاه تغيير الالياف العضلية السريعة التأكسدية FTO ، أما حالما تنتهي تلك التدريبات وتتوقف تتراجع تلك التأثيرات التكيفية على الألياف ثانية (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 136).

7-تأثير الجهد البدني (التدريب) علي نوعية الالياف العضلية:

تؤدي التدريبات الرياضية إلى تأثيرات متعددة على الجهاز العضلي، فتقوم بتعزيز حجم وقوة الألياف العضلية سواء السريعة أو البطيئة وتزيد من قدرتها على إطلاق الطاقة.

وفقًا للدراسات، تؤدي تدريبات القوة العضلية إلى زيادة حجم الألياف العضلية السريعة عن الألياف العضلية البطيئة و لذلك، يمكن للاعبي رفع الأثقال أن يتميزوا بضخامة الألياف العضلية السريعة تحت تأثير نوعية التدريبات.

وتشير بعض الدراسات إلى أن زيادة نسبة الألياف الحمراء البطيئة في العضلة تزيد من قدرتها على العمل الهوائي ومن المهم أن يقوم المدرب بتقييم الحمل الموضح لها بشكل مناسب لتحقيق أفضل النتائج.

قد يؤدي استخدام التدريبات الأثقال إلى تأثيرات على معدل نشاط بعض الهرمونات والتكيف في الألياف عند التدريب على نوع معين من المقاومات عمومًا، يؤثر التدريب الرياضي على أنواع الألياف العضلية ويمكن أن يتكيف الجهاز العضلي للتدريب الرياضي (كمال جميل الربضي، 2004، صفحة 76).

8- تأثير الجهد البدني على الجهاز العضلي:

تتنوع هذه التأثيرات حسب نوع الممارسة الرياضية والمحافظة عليها فنجد أن هناك قسمان من التغيرات:

8-1- تغيرات مؤقتة:

- زيادة ضخ الدم الوارد للعضلات العاملة بكثافة.
- زيادة حجم أو محيط العضلات.
- زيادة توتر العضلات العاملة في النشاط الرياضي.
- انخفاض مخزون العضلات من مركبات الطاقة.
- حدوث بعض المتغيرات الكيمائية في العضلة.

8-2- تغيرات دائمة:

تتمثل في التغيرات التي تحدث بعد التدريب المستمر 'موسم تدريبي' وتنقسم إلى:

أ- تغيرات تشريحية:

- زيادة حجم الألياف العضلية نتيجة زيادة المقطع العضلي.
- زيادة كثافة الشعيرات الدموية.
- زيادة حجم الألياف العضلية السريعة.

ب- تغيرات بيوكيميائية وبنائية:

- زيادة مصادر الطاقة الأساسية:
  - الفوسفوكيرياتين بنسبة 22%.
  - ATP بنسبة 18%.

- الجليكوجين 60%.

- تغيرات في نشاط إنزيمات تحويل ATP مثل مايوكينيز و الكراتين فوسفو كرياتين.
- زيادة بسيطة في نشاط إنزيمات دورة كريبس الهوائية.
- زيادة إنزيمات الطاقة اللاهوائية عن طريق الجليكوجين مثل إنزيم (PFK)
- عدم تغير نوعية الألياف العضلية.
- بعض التضخم في الألياف العضلية السريعة كما تظهر في زيادة نسبة الألياف السريعة إلى البطيئة.

ت- تغيرات عصبية:

- زيادة تنشيط الجهاز العضلي.
- تخفيض ردود الأفعال المنعكسة التثبيطية.
- تحسين تزامن عمل الوحدات الحركية Synchronisation.

ث-تغيرات فيزيولوجية:

- زيادة عدد الألياف العاملة بالعضلة أو المجموعات العضلية المدربة.
- زيادة مساحة مسطح الدورة الدموية أو الشبكة الوعائية المغذية للعضلات الهيكلية بالأكسجين ومصادر إنتاج الطاقة.
- زيادة عدد الألياف العصبية والنهايات الفرعية المغذية للألياف العضلي.
- زيادة عدد أجسام الميتوكوندريا وتناسب ذلك ونوع النشاط التخصصي.
- الإحتفاظ بمخزون كبير من:

  - الجلاكوجين اللازم لإعادة بناء ATP في التفاعلات الهوائية.
  - طاقة الرابطة الفوسفاتية (CP-ATP) .

- القدرة على إنتاج إنقباضات عضلية أقوى وتكرار ذلك في زمن أقصر (أبو علاه أحمد و أحمد نصر الدين سيد، 2003، صفحة 233).

المحور السادس : التكيف الفيزيولوجي للجهاز الهرموني للجهد البدني

مقدمة:

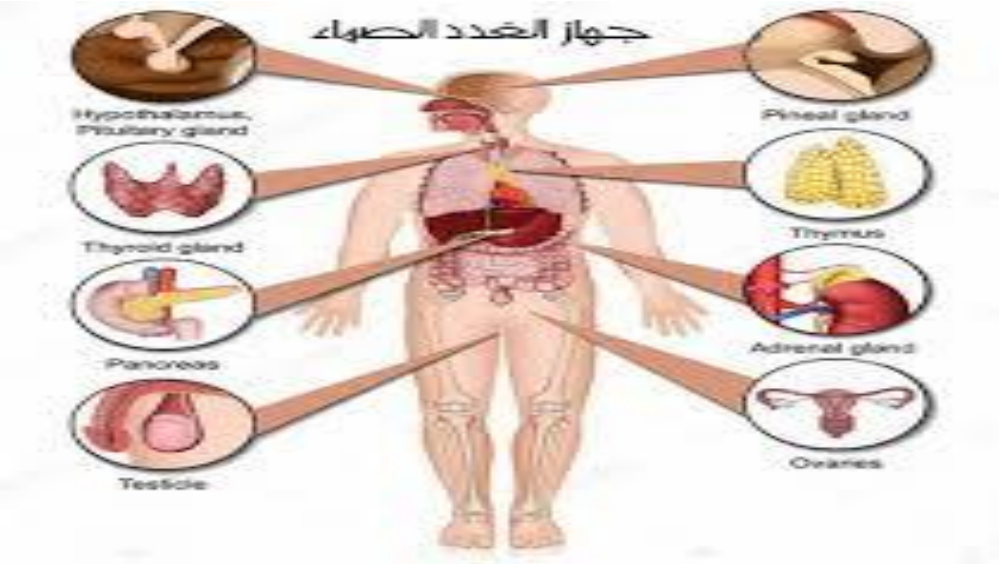
يذكر الخواص الفسيولوجية للهرمونات أنها تنتج بكميات قليلة في الجسم عن طريق الغدد الصماء ويعتبر وجودها أساسياً لوظائفه، إلا أن ذلك يجب أن يكون في حدود المستويات الخاصة بإفراز كل هرمون، حيث إن إفراز الهرمون أو نقصه يؤدي إلى ظهور أعراض مرضية، فالهرمونات هي مركبات كيميائية تفرزها الغدد الصماء وتنتقل مباشرة إلى الدم، وتتميز بقدرتها العالية للتحكم في وظائف الجسم، ويظهر إفراز الهرمونات واضحاً تحت تأثير التدريبات البدنية ويزداد إفراز الهرمونات تدريجيا بزيادة العمل العضلي كما أن ظهور الهرمون يرتبط أيضاً بفترة دوام الجهد البدني، وأيضا تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن شدة المجهود أسرع مما تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن زيادة زمن أو فترة دوام الجهد، يوجد دور الجهاز الهرموني في عملية تكيف أجهزة الجسم للمجهود البدني فإن جهاز الغدد الصماء يستجيب للمجهود البدني بصورة أبطأ من الجهاز العصبي إلا أن تأثيره يكون أعمق ويستمر مدة أطول علي نشاط الخلية، وبناء علي ذلك يتبين لنا الدور المهم للجهاز الهرموني في عملية الاستجابة والتكيف للمجهود البدني.

1-مكونات الجهاز الهرموني (Hormone System):

الغدد الصماء لا قنوات لها، وقد سميت بالصماء لآنها تفرز وتفرغ المواد التي تفرزها في الدورة الدموية مباشرة (في الأوردة الدموية) والمواد الفعالة التي تنتجها تدعى الهرمونات حيث تقوم بوظائف عديدة في الجسم وعددها تسعة كما يلي:

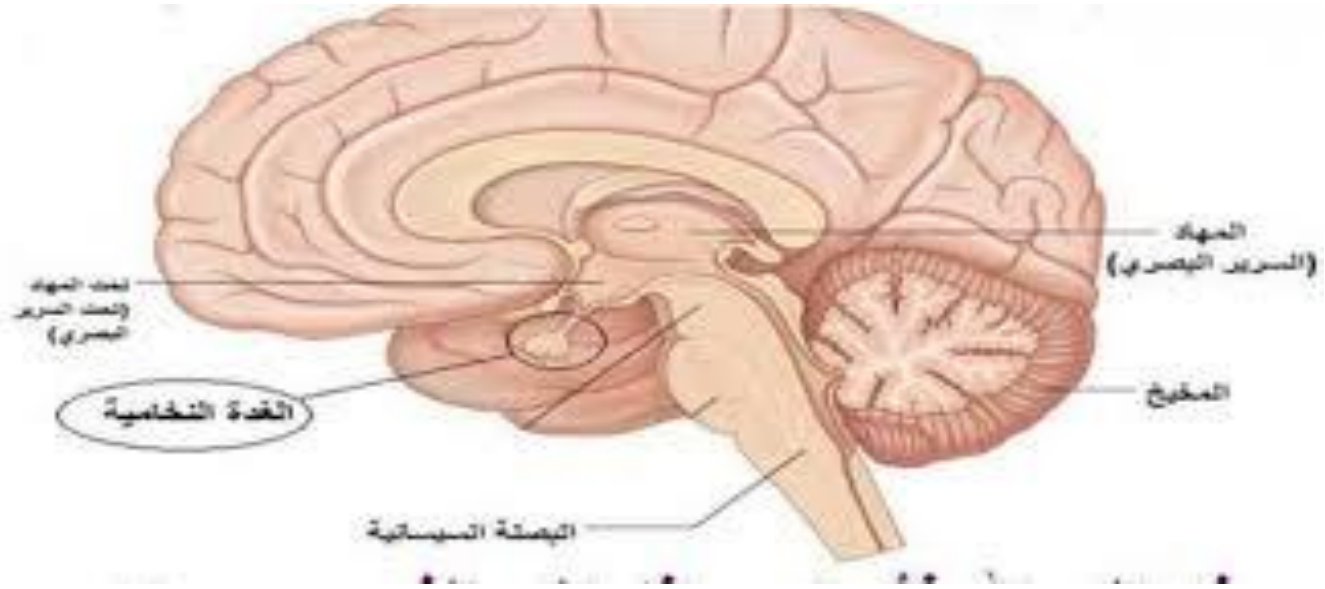
1. الغدة النخامية
2. الغدة الدرقية
3. الغدة جارات الدرقية
4. الغدة الزعترية
5. الغدتان الكظريتان (فوق الكلتين)

6. جزر البنكرياس (لانجرهانز) 7. الغدة التناسلية الذكرية والأنثوية 8. الغدة الصنوبرية (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 107).



1-1- الغدة النخامية (Pituitary Gland):

غدة صغيرة تتواجد على جانب قاعدة الدماغ ، وهي غدة مهمة تفرز العديد من الهرمونات الحيوية والضرورية لجسم الإنسان، وتعتبر (المايسترو) بالنسبة لعدد كبير من الغدد الصماء الأخرى، حيث تعد هرموناتها هي المؤثر والمنظم الأساسي لعمل تلك الغدد وإفرازاته ، وتقع في موقع جيد الحماية بين سقف الفم وقاع المخ، وأشهر هرمونات الغدة النخامية (هرمون النمو) GH وهو الهرمون المسئول عن النمو الطبيعي لأنسجة الجسم وأعضائه، ويتركز عمله الأساسي على حفز الخلايا لتخليق البروتين المكون الأساسي لأنسجة الكائن الحي .



الشكل رقم: (25) يمثل الغدة النخامية.

أ- النخامية الأمامية:

يتألف هذا الجزء من فص أمامي طرفي وفص متوسط ، ينتج الفص الأمامي بالرغم من أبعاده الدقيقة (6) هرمونات بروتينيه على الأقل . وباستثناء واحد منها فكل الهرمونات الأخرى منشطة تعمل على تنظيم الغدد الداخلية الإفراز الأخرى ينظم الهرمون المنشط للدرقية (TSH) إنتاج الهرمونات الدرقية من الغدة الدرقية ويقوم الهرمون المنشط للقشرة الكظرية (ACTH) بتحفيز قشره الغدة الكظرية. يسمى اثنان من الهرمونات المنشطة بمنشطى المنسلين لأنهما يؤثران على المنسلين وهما يشكلان : الهرمون المحفز للحويصلات (FSH) والهرمون المرتبط بالجسم الأصفر (LH) (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 117).

ب- النخامية الخلفية:

لا يعتبر الفص الخلفي غده داخلية الإفراز حقيقية ؛ وإنما هو مركز اختزان وتحرير للهرمونات التي تم تصنيعها كليه في تحت سرير المخ ، حيث يقوم تحت سرير المخ (الهيبوثلاموس) بإصدار اثنين من الهرمونات التابعة للفص الخلفي للنخامية فهما يتكونان من الخلايا العصبية الإفرازية لتحث السرير ثم ينتقلان نازلين بطول الساق القمعي إلى داخل الفص

الخلفي وينتهيان بالقرب من الشعيرات الدموية يدخلانها عندما يتم تحريرهما .

1-2- الغدة الدرقية (Gland Thyroid):

تقع الغدة الدرقية في الرقبة على جانبي القصبة الهوائية أسفل الحنجرة مباشرة وهى أكبر الغدد الصماء حجما إذ تبلغ حوالي 20-30جم وتتكون من فصين يفصل بينهما برزخ، ويزداد حجمها مؤقتا أثناء البلوغ والحمل والحيض، وتتألف الغدة الدرقية من حويصلات عديدة تحيط بها شبكة من الشعيرات الدموية تسحب الغدة الدرقية أملاح اليود غير العضوية من الدم الذي يغذيها حيث يتحد مع حامض أميني مكوناً مركباً عضوياً يخزن في تجويف الحويصلات الدرقية على شكل مركب غروي وعندما يحتاج الجسم إلى هرمون الغدة الدرقية وهي الثيروكسين يتحرر الهرمون المخزون بفعل إنزيم خاص وينطلق في الدم، ويتكون هرمون الثيروكسين من عنصر اليود وأحد الأحماض الأمينية المعروف باسم التيروزين (tyrosine) ولهذا الهرمون تأثير على كل خلايا الجسم، فهو ضروري للنمو الجسمي والنفسي للفرد وينصب دوره الأساسي على تنظيم عملية التمثيل الغذائي في الجسم، إذ له القدرة على حث الخلايا على استهلاك الأكسجين (سميعة خليل محمد أمين، 2008، صفحة 64).

تتكون الغدة الدرقية من فصين: كل واحد منهما على جانب الرقبة ويربطهما برزخ Isthmus ويغذي الدرقية دورة دموية غنية عن طريق الشرايين الدرقية العلوية والسفلية، وتحتوي الغدة الدرقية على نوعين من الخلايا:

أ- الخلايا الجريبية Follicular: وهي المسؤولة عن تصنيع هرمونات الدرقية.

ب-خلايا جار الجريبية Parafollicular: وهي المسؤولة عن عمل هرمون الكلسيتون.

وترتص الخلايا الجريبية في شكل جريبات Follicle مغلقة يتراوح قطرها ما بين (150- 00) مكرومترا، ويملأها سائل الغراوني Colloid، وهوبروتين سكري يدعى الغلوبلين الدرقي Thyroglobulin و هو المسؤول عن حمل وتخزين هرمونات الدرقية داخل الجريبات (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 123).

الشكل رقم: (26) يمثل الغدة الدرقية.

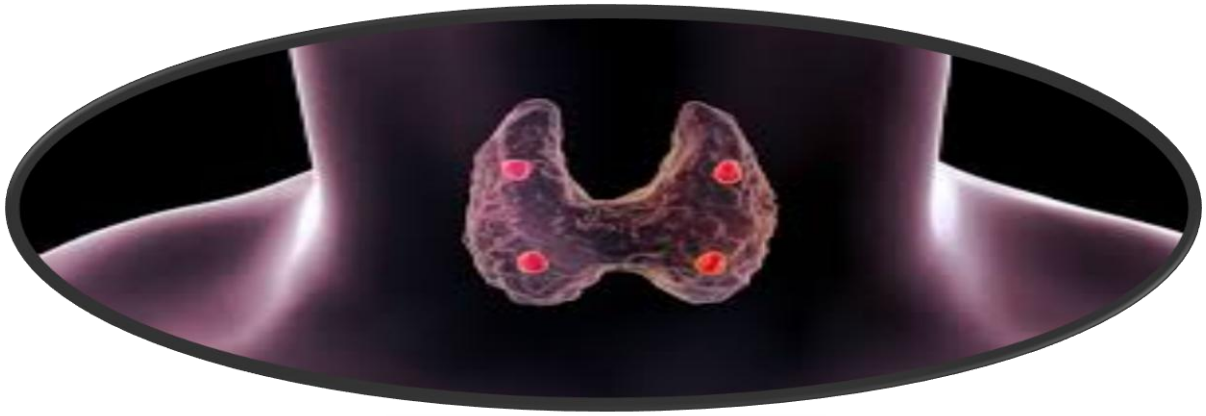
1-2-1- دور هرمون الثايروكسين (T3/T4) أثناء الجهد البدني:

تعد هرمونات الغدة الدرقية (T3/T4) من العوامل الاساسية في تنظيم عمليات الأيض وإنتاج الطاقة داخل الجسم، فهي تعمل على زيادة استهلاك الأكسجين في الأنسجة مما يعزز إعادة بناء مركب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، كما تسهم هذه الهرمونات في زيادة تحطيم الكلايكوجين في العضلات والكبد لتوفير الكلوكوز وتساعد على تحسين امتصاصه من الأمعاء، كذلك فإنها ترفع من حجم وعدد المايتوكوندريا في العضلات والكبد الأمر الذي يعزز الكفاءة الهوائية لانتاج الطاقة، وتشير الدراسات إلى أن التكيفات الناتجة عن المجهود البدني تؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في مستويات هرمونات الغدة الدرقية خلال فترات التحميل مع إمكانية حدوث زيادة بسيطة في حجم الغدة نفسها وهو ما يساهم في دعم المتطلبات الأيضية المتزايدة لدى الرياضيين (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 140).

1-3- الغدد جارات الدرقية (Parathyroid Gland):

وهي عبارة عن أربعة أجسام غدية صغيرة على السطح الظهري للغدة الدرقية اثنان منها على كل جانب. وتفرز الغدة هرموناً خاصاً يسمى باراثرمون، تتزامل الغدد الجار درقية تزاملا لصيقا بالغدة الدرقية وغالبا ماتكون مدفونة فيها وتتواجد

هذه الغدد الدقيقة الحجم كزوجين من الجاردرقيه في حالة البشر، وتسبب إزالة الغد الجاردرقيه في كثير من الحيوانات بما فيها البشر نقصاً سريعاً في كالسيوم الدم ؛ مما يؤدي إلى زيادة خطيرة في أثاره على الجهاز العصبي وتقلصات عضلية مؤلمه وحاله تشنج عضلي والموت في النهاية ، تختص الغدة الجار درقية بصوره حيوية بالحفاظ على مستوى الكالسيوم بالدم وفي الواقع تتشارك ثلاث هرمونات في ثبات كل من عنصري(الكالسيوم والفسفور) في الدم وهم : الهرمون الجار درقي الباراثرمون (PTH) الذي تنتجه الغدة الجاردرقيه والكالسيتونين الذي تنتجه خلايا متخصصة في الغدة الدرقية وهرمون ناتج عن ايض فيتامين(د) ويسمى فيتامين د–1 و 25 ثنائي الهيدروكسيل .

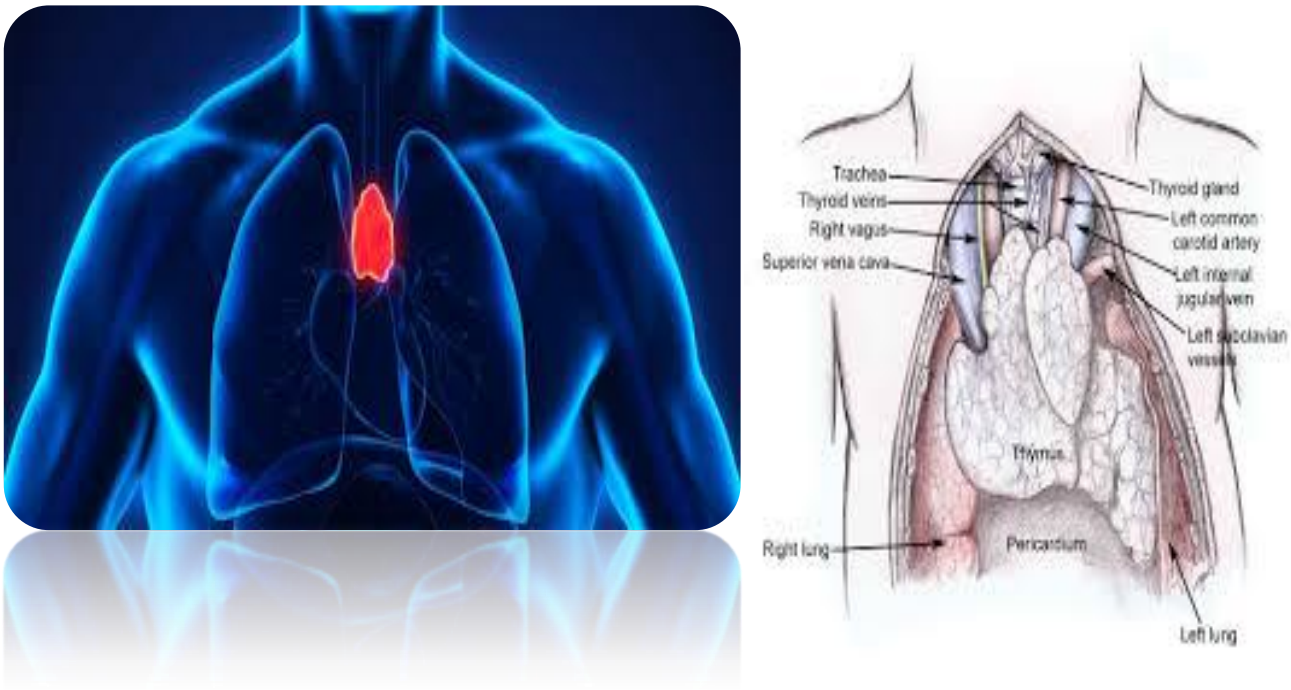


الشكل رقم : (27) يمثل الغدة جارات الدرقية.

1–4– الغدة التيموسية (الزعترية) Gland Thymus:

توجد هذه الغدة خلف عظم القفص ويبلغ وزنها حين الولادة (10–12) غرام، ويزداد وزنها أثناء مرحلة الطفولة ويبلغ وزنها حين فترة البلوغ (20–30) غرام، تتراجع بعدها فتضمر تدريجيا بحيث لا يزيد وزنها عند المسنين عن (3–6) غرام، تسهل الغدة الزعترية نمو الخلايا اللمفاوية بصورة مناعية بحيث تستطيع القيام بوظيفتها المناعية وذلك بتشكيل الأجسام

المضادة ضد البروتينات الغريبة، ومن أهم الهرمونات التي تفرزها الثيموسين (Thymosin)، العامل الخلطي الثيموسي (T.H.F)، والعامل الثيموسي (T.F)، والثيموبيوتين (Thymopoietin)، وهذه الهرمونات الزعترية تعمل على تشجيع تكاثر ونضوج الخلايا الليمفية التائية (T.Lymophocyte) وهناك دلالات تشير إلى ان هذه الهرمونات تعمل على تأخير هرم الخلايا (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 130) .



الشكل رقم :(28) يمثل الغدة الزعترية.

1-5- الغدتان فوق الكليتين (الكظرية Adrenal Gland):

هي غدة مزدوجة إذ تتركب من نوعين مختلفين تماما من الأنسجة : نسيج بين كلوي يسمى القشرة ونسيج صبغي يسمى النخاع. وتعد من أهم غدد الإفراز الداخلي فتلفها يودى بالحياة ، وهاتان الغدتان تفرزان مجموعة من الهرمونات مثل (الكورتيكويدات – الهيدروكورتيزون – الكروتيزون – الكورتيكوستيرون (كذلك الهرمونات الجنسية والأدرينالين والنورادرينالين وجميعها مهمة لدرجة كبيرة .

الشكل رقم (29): يمثل الغدة الكظرية.

يفرز نخاع الغدة الكظرية هرمونيين متشابهين في التركيب هما : إبينفرين (أدرينالين) ونور إبينفرين (نور أدرينالين) يتم تحرير النور أدرينالين عند نهايات الألياف العصبية السمبثاويه خلال كل الجسم حيث يعمل كناقل عصبي لحمل الإشارات العصبية عبر الفجوة التي تفصل بين الليفه والعضو الذي تزوده عصبيا، لهرمون الأدرينالين القدرة على التأثير في وظائف الجسم الخاصة بالظروف المفاجئة كالخوف والقلق والصدمات النفسية وبالرغم أن لهذه الهرمونات وظائف تكاملية هامه أخرى في الأوقات الهادئة فمن المألوف لدينا جميعا سرعة ضربات القلب والتضييق على المعدة وجفاف الفم وتلازم كلها رعباً مفاجئاً أو حالات عاطفيه قويه وتعزى هذه التأثيرات لزيادة نشاط الجهاز العصبي السمبثاوي ولسرعه تحرر الابينفرين من نخاع الكظرية إلى الدم (محمد سمير سعدي الدين، 2000، صفحة 69) .

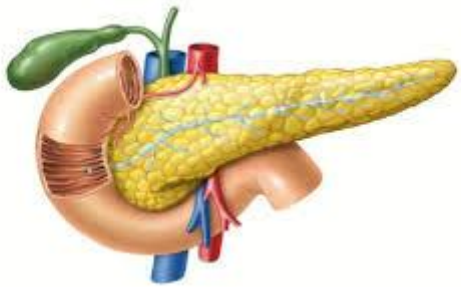
1-5-1- دور هرمون الكورتيزول للغدة الكظرية في الجهد البدني:

تعد هرمونات الكورتيكوستيرويدات السكرية وبخاصة الكورتيزول من أهم الهرمونات المنظمة لتوازن الطاقة أثناء الجهد البدني، فهي تعمل على إعادة بناء الكلوكوز واستحداثه من الأحماض الأمنية في الكبد وتساهم في تعزيز تخزين الكلايكوجين إضافة إلى تحفيز تحريك الأحماض الدهنية من الأنسجة الشحمية بتآزر مع هرمون السوماتوتروبين والكاتيكولامينات ومن خلال تدريبات وسباقات التحمل الطويلة يزداد إفراز الكورتيزول بصورة طبيعية لضمان تلبية

المتطلبات الطاقية، وقد بينت الملاحظات أن انخفاض إفراز الكورتيزول أو ضعف فعاليته يعد من المؤشرات المباشرة على حالة الدريب المفرط، كما أظهرت التكيفات التدريبية أن الأحمال المستمرة والطويلة ترفع من كفاءة إفراز الكورتيزول مقارنة بالرياضيين غير المتدربين إلى جانب حدوث تضخم ملحوظ في قشرة الغدة الكظرية مما يتيح إفراز كميات أكبر من الكورتيزول مع زيادة شدة وزمن المجهود البدني، إن نفاذ مخزون هرمون الكورتيزول من قشرة الغدة الكظرية بشكل كامل أمر غير ممكن وذلك بفضل آليات التنظيم الهرموني عبر محور الهايبوثيموس–النخامية–الكظر حيث يقوم الهايبوثيموس بافراز هرمون (**CRH**) الذي يحفز الغدة النخامة على إفراز (**ACTH**) والذي بدوره ينظم إفراز الكورتيزول من الغدة الكظرية وفق آلية التغذية الراجعة، وبهذا الشكل يحافظ الجسم على مستويات الكورتيزول ضمن الحدود اللازمة لمتطلبات التكيف مع الجهد البدني (التدريب)، ومع ذلك فإن انخفاض إفراز الكورتيزول أو اضطراب فعاليته قد يؤثر سلبا على صحة الرياضي إذ يؤدي إلى ضعف مقاومة الجسم للإجهاد وتأخر ترميم وبناء الأربطة والأنسجة المتضررة وتراجع كفاءة الجهاز العظمي إضافة إلى التأثير السلبي على القدرات العقلية بسبب ضمور بعض المراكز العصبية (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 143).

1-6-الغدةالبنكرياسية(Pancreas):

غدة مزدوجة تفرز هرمونات فهي من الغدد الصماء وكذلك غدة قنوية لإفرازها أنزيمات وهى تفرز الأنسولين المسئول عن تنظيم مستوى السكر بالدم، يوجد البنكرياس مع الكبد تحت المعدة ومن أهم السمات المميزة له أنه يحتوي على جزء يفرز العصارة البنكرياسية، وله قناة تحمل تلك العصارة إلى مجرى الجهاز الهضمي ، أما الجزء الآخر فهو يعمل كغدة صماء تدفع هرموناتها إلى الدم كما هو الحال في قريناتها من الغدد الصماء الأخرى، والغدة الصماء في البنكرياس تعرف بـ جزر لانجرهانز Langerhans ، التي تحتوي على نوعين من الخلايا هما: خلايا (ألفا) وخلايا (بيتا) ، تشكل هذه الجزر الجزء الداخلي الإفراز من الغدة ، ولا تمتلك هذه الجزر قنوات وتفرز هرموناتها مباشره في الأوعية الدموية التي تمتد في جميع أنحاء البنكرياس (محمد سمير سعدي الدين، 2000، صفحة 71) .



الشكل رقم (30): يمثل الغدة البنكرياسية.

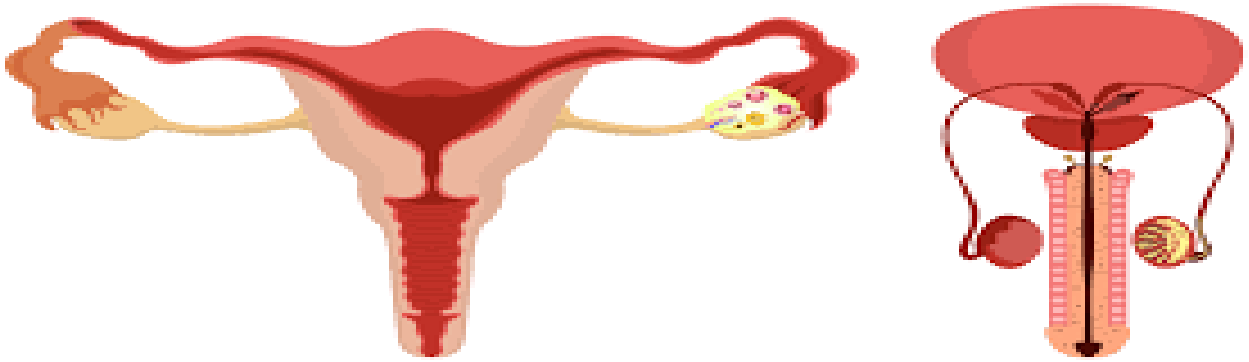
1-6-1- دور الأنسولين من غدة البنكرياس:

يفرز هرمون الأنسولين من غدة البنكرياس وتتمثل وظيفته الرئيسية في تنظيم مستويات الكلوكوز في الدم حيث يزيد من نفاذية أغشية الخلايا العضلية والدهنية للكلوكوز كما يسهل دخول الأحماض الدهنية إليها، وبهذا يسهم في خفض تركيز كلوكوز الدم الذي قد يرتفع بعد تناول الأغذية أو نتيجة تحلل الكلايكوجين في الكبد والعضلات وبناء البروتينات (الزلال) في العضلات وتخزين الدهون في الأنسجة الشحمية، أما من ناحية التكيفات التدريبية فقد أظهرت الدراسات أن التمارين الرياضية (المجهود البدني) المنتظمة تؤدي إلى خفض الحاجة لإفراز كميات كبيرة من الأنسولين وذلك نتيجة زيادة حساسية العضلات للكلوكوز بينما في حالات ضعف الجهد أي جهد أقل أو انخفاض اللياقة قد ترتفع مقاومة الأنسجة للأنسولين، وعلى صعيد آخر يعد الأنسولين هرمونا مثبطا لتحلل الدهون إذ يعمل عكس هرمونات السوماتوتروبين والكاتيكو لامينات والكورتيزول التي تحفز تحريك الأحماض الدهنية كمصدر للطاقة (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 143).

1-7-الغدد التناسلية (Gonad Gland):

وهما عضوان التناسل عند الإنسان ففي الذكر تتمثل بالـ خصيتين أما الأنثى فتتمثل بالـ مبيضين فكلاهما أعضاء مزدوجة

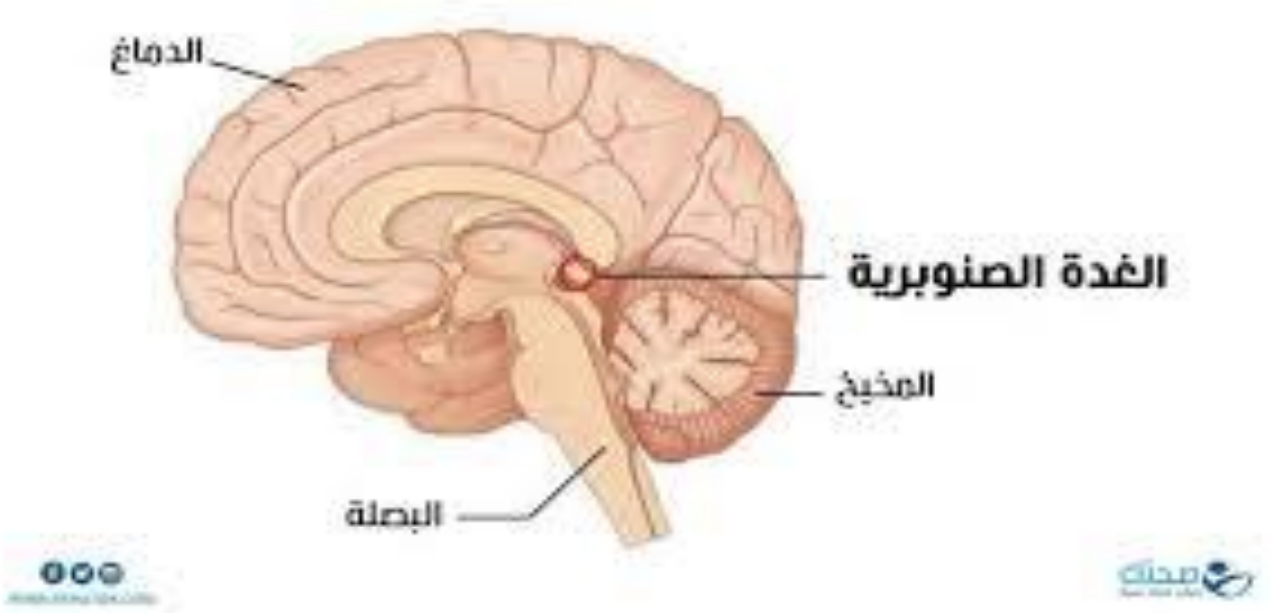
الوظيفة إذ أن بعض الخلايا فيهما تتفرغ لإنتاج الحيوانات المنوية أو البويضات بينما يتفرغ بعضهما الآخر لإنتاج الهرمونات وهاتان الوظيفتان مترابطتان وتسيطر عليهما الهرمونات الحافزة للمناسل والتي تفرزها الغدة النخامية الأمامية .



الشكل رقم :(31) يمثل الغدة التناسلية.

1-8- الغدة الصنوبرية (Pineal Gland):

تقع هذه الغدة بين فصي المخ واللبائن ويختلف شكلها وحجمها ووزنها في الحيوانات المختلفة، حيث تشبه المخروط ويتراوح وزنها من 100 و 180 ملغم في الانسان، وتعد الغدة الصنوبرية بمثابة المحول الذي يتوسط بين الجهاز العصبي والغدد الصماء حيث تحول الايعاز العصبي إلى إفراز صمي، وتفرز الغدة الصنوبرية هرمونا يعرف بالميلاتونين (Melatonin) الذي له تأثير محفز أو مثبط للهرمونات (صباح ناصر العلواجي، 2014، صفحة 313).



الشكل رقم:(32) يمثل الغدة الصنوبرية.

2-الهرمونات:

2-1- أنواع الهرمونات:

1.البيتيدية والبروتينية.

2. الهرمونات الاسيترودية.

2-2- خصائص الهرمونات:

- تتميز بالخصوصية في العمل أي الهرمون يؤثر في أعضاء معينة دون الأخرى أي وفقا للهدف.
- تتميز بقدرتها على النفاذية خلال الأنسجة.
- لها نشاط بيولوجي كبيرا خصوصا ما يتعلق بتنبيه بعض الأجهزة لتقوم برد الفعل والوقت المناسبين .
- تسبب زيادة نشاط التفاعلات الموجودة في الخلية ولكنها لا تخلق تفاعلات جديدة.

- تفقد الهرمونات في الجسم بشكل مستمر عن طريق الطرح أو عن طريق تحويلها إلى مركبات أقل نشاط.

2-3- ألية عمل الهرمونات:

ضمن الحديث عن آلية عمل الهرمونات نورد أهميتها لأنها تحث خلايا الجسم على إفراز الإنزيمات (الخمائر) الضرورية لإجراء العمليات المختلفة وتحافظ على ثبات البيئة الداخلية والآلية التي تعمل بها الهرمونات مايلي:

هدفت الهرمون هو الوصول إلى الخلية الهدف (Target Tissues) و لكي يصل إلى الخلية لابد من تغيير نفاذية الغشاء الخلوي تجاه مواد معينة، وبوجه عام هناك طريقتان تؤثر بهما الهرمونات هي:

أ) تنشيط جهاز (AMP الحلقي) الذي بدوره يحدث التأثير الخاص في الخلايا الهدفية.

ب) الطريقة الثانية التي تعمل بها الهرمونات وخاصة السيترويدات التي تفرز من قشرة الكظر والمبيضين والخصيتين وتهدف هذه الآلية إلى صنع بروتينات في الخلية الهدف (وطبيعة البروتينات هنا تنشيط أو تثير وظائف أخرى في الخلية) ويتم ذلك على الشكل التالي:

1- دخول الهرمونات السيترويدية إلى سايتوبلازم الخلية حيث ترتبط الهرمونات مع مستقبل بروتيني خاص به وينتج عنه ارتباط (مستقبل بروتيني هرموني).

2- المستقبل البروتيني الهرموني يمر داخل النواة.

3- ينشط ذلك الارتباط جينات خاصة (RNA) الرسول (M RAN).

4- يمر (M RAN) إلى السايتوبلازم ويزيد من عملية تشكل بروتين جديد في الرايبوزوم (هاشم عدنان الكيلاني، 2005، صفحة 315).

3-الجهد البدني والهرمونات:

تنوعت الدراسات العلمية بخصوص دور النشاط أو الجهد البدني على استجابة الغدد الفارزة لمجابهة المجهود البدني ذو الشدد التدريبية المتنوعة أو حتى من وجهة النظر النفسية كحالة ما قبل أو أثناء المنافسات الرياضية، حيث تغيير المواقف في المنازلات حسب نوع الفعالية وبالتالي حسب المجهود الرياضي.

إن استجابات جسم الرياضي بما فيه الغدد الصماء تخضع إلى قوانين ونظم فيزيولوجية يكون نصيب الاستجابات الفيزيولوجية للجهد بثلاث أقسام متتالية:

1. الاستجابات السريعة: هي التي تتميز بالزيادة السريعة في تركيز الهرمونات في الدم خلال الدقائق الأولى القليلة في بداية الجهد البدني (التمرين).
2. الاستجابات المتوسطة: هي التي تتميز بتزايد متدرج لتركيز الهرمونات الموجودة في الدم والذي يستمر إلى نهاية الجهد البدني (التمرين) أو أطول من ذلك.
3. الاستجابات المتأخرة: هي الاستجابة التي تستمر إلى ما بعد الجهد البدني (التمرين) لمدة 05 ساعات وعلى العموم فان الهرمونات بغددها الفارزة لا يمكن أداء واجبها باتجاه الجهد إلا من خلال التوافق مع الجهاز العصبي، وأن أكثر الهرمونات ارتباطا بالجهد البدني وفق أكثر الدراسات هي هرمونات الكلكاجون والكورتيزول وهرمون النمو.GH (سميعة خليل محمد أمين، 2008، صفحة 399) .

4-الهرمونات المسؤولة عن العمليات الحيوية استجابة للجهد البدني:

مكان الإنتاج	اسم الهرمون	العمل الرئيسي
1.الهيبوثالامس Hypothalamus	سوماتوليبرين	يثير إفراز السوماتوتروبين
	ثيروليبرين	يثير إفراز الثيروتروبين
	كورتيكوليبرين	يثير إفراز الكورتيكوتروبين
	أنتيديوريتيك الهرمون المضاد للإبالة (التبول)	يفرز من الفحص الخلفي ببغدة النخامية ويزيد احتجاز الماء
2- الفص الأمامي للغدة النخامية	هرمون النمو	يساعد على نهمو العظام وتمثيل الدهون
	ثيروتروبين	يثير إنتاج و إفراز عرمون الثيروكسين-وهرمون الترايأيودوثيرونين
	كورتيكوتروبين	يثير إنتاج هرمونات قشرة غدة فوق الكلية
	لوتروبين	يثير إنتاج هرمون التسترون بواسطة
	برولاكتين	تمثيل الدهون وإفراز البن في الإناث وتنظيم هرمونات الجنس
3- الغدة الدرقية	الثيروكسين	يساعد وينشط عمل إنتاج الطاقة (المتقدرات)
	الكلستونين	يقلل مستوى تركيز الكالسيوم والفوسفات في الدم

4- الغدة الكظرية	الكورتيزول وهرمونات أخرى	تحسين التمثيل الغذائي للدهون، ويحفظ مستوى السكر من النقصان
5- غدة البنكرياس	INSULIN	يزيد امتصاص الخلايا للسكر ويزيد تخزين الجلايكوجين
6- الكبد	IGFI	يساعد على نمو العضلات والعظام
7- غدة Testic	Testosteroneالتستسترون	يزيد حجم العضلات يقلل الدهون بالجسم يزيد إنتاج الكريات الدم الحمراء
8- غدة نخاع الكلية	الأدرينالين والنورادرينالين	يزيد الدفع القلبي واتساع الأوعية الدموية وكسير الجلايكوجين وتمثيل الدهون

الجدول رقم (04): يمثل الهرمونات المحتمل تدخلها في العمليات الحيوية استجابة للنشاط البدني (ماتيوس وفوكس 1976 م).

5-دور الجهاز الهرموني في عملية تكيف أجهزة الجسم للمجهود البدني:

ويؤدي المجهود البدني إلى اضطراب في توازن البيئة الداخلية للخلية من الناحية الطبيعية والكيميائية، فمثلا يؤدي المجهود البدني إلى زيادة في درجة حرارة الجسم وزيادة حمضية الدم وانخفاض مستوى الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون، ويتم الإحساس بهذا التغير بواسطة مستقبلات حسية خاصة (Receptors)، ترسل هذه المستقبلات إشارات إلى أعضاء الجسم المختلفة، عن طريق إما الجهاز العصبي أو الهرموني أو الاستجابة المباشرة بطريقة داخلية (Endogenous) فتؤدي إلى تغيرات وظيفية بالأجهزة فيزداد مثلا عدد ضربات القلب وعدد مرات التنفس وعمق التنفس ويزداد تدفق الدم للعضلات العاملة، وهذه التغيرات الوظيفية تؤدي إلى إعادة توازن البيئة الداخلية برفع مستوى الأكسجين وخفض مستوى ثاني أكسيد الكربون وتقليل الحمض الناتج عن المجهود البدني.

ويستجيب جهاز الغدد الصماء للمجهود البدني بصورة أبطأ من الجهاز العصبي، إلا أن تأثيره يكون أعمق ويستمر لمدة أطول على نشاط الخلية ومن هنا يتبين لنا الدور المهم للجهاز الهرموني في عملية الاستجابة والتكيف للمجهود البدني.

6- تأثير التمرينات (المجهود البدني) على عمل الغدد:

إن دراسة تأثير التمرينات في عمل الغدد الصماء حديث العهد ومرتبط بشكل كبير مع التطورات الكبيرة في علم الفيزيولوجيا وان العديد من الأبحاث والدراسات لم تظهر لولا التقدم السريع في قياس المناعة الشعاعية (RIA) الذي أجراها العالمان (Yallow) و(Beasarson) عام 1960 حيث تمكنا من قياس الهرمونات بالنانوغرام (1×10^{-9})م والبيكوغرام (1×10^{-12})م.

وتهدف الدراسات والأبحاث التي أجريت لبيان العلاقة بين التمارين والاستجابات الهرمونية، ولتحديد عدد كبير من الهرمونات، وبالرغم من هذه المقولة إلا أن العلاقة أو الدور الفيزيولوجي للهرمونات أثناء التمرين أو المجهود البدني لم تحدد بدقة متناهية، إن هذه الدراسات البحثية المخبرية سمحت بتفاصيل تحليلية أدق للاستجابات أو التغيرات الهرمونية (الغدد الصماء) يسبب:

1- استخدام القسطرة الوريدية.

2- سحب عينات من الدم لقياس مدى الاستجابة ونتائج الاستقلاب.

وتشير المؤلفات إلى أن البلازما يركز الكثير من الخمائر والهرمونات في الدم في بداية التمرين (هاشم عدنان الكيلاني، 2005، صفحة 362).

7-تأثير الجهد البدني على بعض الهرمونات:

عملية التكيف الفيزيولوجي واستجابة أجهزة الجسم لأداء الجمل البدني تتم عن طريق عدد من الأجهزة والأعضاء في الجسم ومن أهمها الجهاز الهرموني والجهاز العصبي، ومع أن كل من الجهازين يقومان بتنظيم معدلات النشاط الكيميائي لخلايا وأنسجة الجسم المختلفة إلا أن الجهاز العصبي يتميز بسرعة استجابته لأي اضضطراب في االستقرار التجانسي لخلايا الجسم كنتيجة للتغيرات في البيئة الخارجية أو التغيرات الانفعالية، لذلك يطلق عليه جهاز التحكم السريع بينما يتميز الجهاز الهرموني ببطء استجابته لأي اضطراب في الاستقرار التجانسي لخلايا الجسم إلا أن تأثيره يكون أعمق ويستمر لمدة لفترة أطول من الجهاز العصبي لذلك يطلق عليه جهاز التحكم البطيء، وبوجه عام تقوم افرازات الغدد الصماء بعملية التنسيق الهرموني لمختلف العمليات الحيوية بالجسم حيث يقوم هرمون الكورتيزول الذي تفرزه الغدة الكظرية بزيادة الأنزيمات التي تساعد على تحويل الأحماض الدهنية كبديل للطاقة عن الجلوكوز فضلا عن العديد من الوظائف الحيوية الأخرى مثل عمليتي الهضم أو الامتصاص، ولهرموني الغدة الدرقية وظائف متعددة في الجسم حيث يسرعان من عمليات الأكسدة خلال التمثيل الغذائي في خلايا الجسم وإنتاج الطاقة في الأنسجة، كما يعتبر هرمون الثيروكسين عاملا ضروريا لعملية نمو معظم أنسجة الجسم من خلال تكوين البروتين وزيادة استهلاك الأكسجين، علاوة على تأثيره المهم على عمل الجهاز الدوري حيث يعمل على زيادة ضربات القلب والدفع القلبي في الدقيقة، وضغط الدم الانقباضي، كما يعمل على زيادة كمية الأكسجين المستهلك وإخراج ثاني أكسيد الكربون كما أن لبقائه في معدله الطبيعي دور مهما في الحفاظ على توازن النمو العضلي للجسم (خالد صلاح الدين محمد كامل، 2020، صفحة 30).

المحور السابع: التكيف في القمم والمرتفعات

مقدمة:

عملية التدريب تعد من الطرق الرئيسية والمهمة في تطوير الصفات البدنية لما لها أهمية في تطوير مستوى التكيف لدى الرياضيين وذلك من خلال تحسين الإنجاز والذي تم نتيجة لهذا النوع من التدريب .

مستوى الارتفاع فيتراوح مابين (1500م) إلى (9000م) فوق مستوى البحر وأحسن مستوى للتدريب وتكيف الأجهزة الوظيفية هو مسافة (180م–3000م) و عند مسافة (5000م) فقد تظهر احتمالات حدوث أضرار صحية للفرد أما عند مسافة (9000م) فان الإقامة دون أجهزة مساعدة ووسائل مساعدة يؤدي إلى الوفاة بسبب حدوث التغيرات الفيزيائية وأثرها على أجهزة الجسم.

1- المرتفعات والأداء البدني اعتبارات فسيولوجيه:

تتوافر لدينا حالياً حصيلة كبيرة من المعرفة عن تأثير المرتفعات على الأداء البدني، ومدى قدرة الإنسان على التأقلم وتأثير ذلك على الأداء البدني عند مستوى سطح البح، معظم هذه المعرفة في الواقع نتاج تجارب علمية شاقة في قسم المرتفعات عند 3 ألاف متر فوق سطح البحر أو في غرف الضغط المحاكية للمرتفعات.

ومن الملاحظات الجديرة بالإشارة أولا أن الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب قدرة هوائية (أي التي تتطلب عنصر التحمل، كالمسافات الطويلة والمتوسطة في رياضات الجرى والسباحة والدراجات والتزلج تتأثر سلباً بالمرتفعات كما حدث في الدورة الأولمبية عام 1968م في مكسيكو سيتي على ارتفاع 2300 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

ذات الطابع اللاهوائي التي تستغرق وقتا قصيرا (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 وسباقات السرعة في الدراجات، مما قد يحسن من الأداء البدني قليلا (Bailey D, Davies B.، 1997، صفحة 51).

المرتفعات	الضغط الجوي	الضغط الجزئي للأكسجين
مستوى سطح البحر	760 ملم زئبقي	160 ملم زئبقي
1000 متر	674 ملم زئبقي	140 ملم زئبقي
2000 متر	596 ملم زئبقي	125 ملم زئبقي
3000 متر	526 ملم زئبقي	110 ملم زئبقي
4000 متر	462 ملم زئبقي	96.9 ملم زئبقي
9000 متر	231 ملم زئبقي	84.4 ملم زئبقي

الجدول رقم (05): يمثل مستويات المرتفعات ونسبة الضغط الجوي على مستوى البحر (Taelman,R، 2000، صفحة 125).

إن مقدار الضغط الجزئي للأكسجين في الحويصلات الرئوية يتعلق بنسبة التشبع مع الهيموجلوبين فكلما قل الضغط الجزئي كلما قل مقدار التشبع وأن النسبة الطبيعية للإنسان عند مستوى سطح البحر في الحويصلات الرئوية هي 100 ملم زئبقي وعليه تكون نسبة التشبع بالأكسجين 98 %.

إن عملية التدريب والمنافسات تمثل في مستوى أعلى من مستوى سطح البحر وتفاوت هذا الارتفاع الذي يصل أحيانا إلى " 10000" (عشرة آلاف) متر فوق سطح البحر، يمثل ركنا هاما من أركان عملية التدريب وبخاصة مع توسع قاعدة النشاط البدني وانتشار الرياضة على مستوى العالم، وكذلك يحقق مستويات عالية في الرياضة القمية. فإن انتقال اللاعبين

للتدريب في المرتفعات تمثل ضرورة التعرف على خصائص هذه الأماكن من حيث تأثيرها على العملية التدريبية من خلال التغييرات التي تحدث للجسم نتيجة للتدريب في المرتفعات.

2- الخصائص المناخية في المرتفعات:

تتميز المرتفعات بتغيرات مناخية تختلف عن تلك الموجودة في مستوى سطح البحر وهذه التغييرات الفيزيقية تشمل مجموعة من الاختلافات في مكونات رئيسية ذات علاقة مباشرة بالأداء في المرتفعات وتؤثر بدرجة واضحة على الأداء وهذه التغييرات هي:

1. الضغط الجوي.
2. الضغط الجزئي للأكسجين.
3. الجاذبية الأرضية.
4. الأشعة فوق البنفسجية للشمس.
5. درجة الحرارة.
6. كثافة الهواء.

2-1- التغييرات التي تحدث في الضغط الجوي:

تقل نسبة الضغط الجوي عنه في مستوى سطح البحر حيث أن الارتفاعات التي تتراوح مسافة ارتفاعها من(500-1800م)فوق سطح البحر يقل فيها الضغط البارومتري نسبة من50%-390(MMHO), بالانخفاض الجوي يتبعه بالمثال نسبة ضغط الأكسجين كأحد مقومات الهواء, ويزداد النقص في ضغط الأكسجين كلما زاد الارتفاع عن سطح البحر (عماد الدين عباس أبوزيد، 2007، صفحة 233).

2-2- الضغط الجزئي للأكسجين:

يحدث أن انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين يزداد كلما زاد مستوى الارتفاع حيث ينخفض بمقدار 25% عنه في سطح البحر في حالة ما يكون الارتفاع (1800) متر وقد يزيد ليصل إلى 50% نقص في الضغط الجزئي للأكسجين في حالة ما يكون مستوى الارتفاع يزيد عن (4800) متر.,

ولابد من التفرقة بين جزئي الأكسجين وضغط الهواء, والجدير بالذكر أن جزيء الأكسجين لا يتغير ولكن الذي يحدث هو انخفاض في الضغط الجوي الذي يؤثر على الضغط الجزئي نفسه, ويؤثر انخفاض الضغط الجزئي في المرتفعات على مكونات الهواء الأخرى (النيتروجين وثاني أكسيد الكربون)

2-3-الجاذبية الأرضية:

يقل مستوى الجاذبية الأرضية كلما ابتعد الإنسان عن سطح الأرض ويزداد الانخفاض تباعا كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض, لذلك فإن تفاوت الارتفاعات يمكن الاستفادة منها في الأداء البدني وخاصة المراحل التي يتم فيها انتقال الجسم بالكامل في الهواء.

(بعيدا عن الأرض) كحركات الجمباز والوثب، حيث يساعد ذلك على الأساس الحركي للاعب وإمكانية تأثير وزن الجسم على الأداء.

2-4- الأشعة فوق البنفسجية:

تزداد قوة الأشعة فوق البنفسجية في المرتفعات بصورة طر دية وكلما زاد الارتفاع زاد تركيز الأشعة, ويمثل هذا النوع من أشعة الشمس تأثيرا مباشرا على الجسم كالجلد والعينين, ونظرا لانخفاض درجات الحرارة في المرتفعات فإن الفرد لا يشعر بتأثير الأشعة فوق البنفسجية إذا كان لابد من عدم التعرض مباشرة لهذه الأشعة وعلى اللاعب ارتداء الملابس التي تقي الجلد من التعرض المباشر للشمس في المرتفعات.

2-5- درجة الحرارة:

تنخفض درجة الحرارة في المرتفعات بنسبة متفاوتة ويتناسب هذا الانخفاض طرديا كلما زاد الارتفاع وفي هذا الصدد يمكن استغلال هذا التغير في أداء الرياضات التي تتطلب الاستمرار في الأداء لفترات طويلة اعتمادا على انخفاض حرارة الجو وإمكانية زيادة حجم (مسافات) التدريب بصورة تخدم هذه الرياضات.

2-6- كثافة الهواء:

تنخفض كثافة ومقاومة الهواء كلما ارتفعنا عن سطح البحر ويأتي انخفاض كثافة الهواء بسبب نقص الغازات في تركيب الهواء نفسه، ويؤثر ذلك بصورة مباشرة على ميكانيكية التنفس وانخفاض معدل التنفس كما تؤثر على تمثيل الأكسجين في الجسم ويؤثر كذلك على الدفع القلبي (جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة، 2014، صفحة 110).

3-التغيرات الفيزيولوجية على الرياضي في المرتفعات:

3-1- التغيرات الفيزيولوجية :

- زيادة معدل التنفس يزداد بمعدل (1-3) أضعاف.
- زيادة كمية الجليكوجين المخزون في العضلات.
- زيادة قدرة العضلة على تكوين ATP هوائيا ولا هوائيا.
- زيادة كمية الهيموجلوبين نتيجة نقص O2 في الدم وزيادة عدد كريات الدم الحمراء.
- زيادة في حجم الضربة كرد فعل للنقص الحاصل في الضغط النسبي للأكسوجين وزيادة لزوجة الدم وزيادة عدد الكريات الدم الحمراء نتيجة نقص الأكسجين وتصل إلى 8 مليون /مليلتر.
- نقص في البيكربونات نتيجة زيادة معدل التنفس.
- زيادة في بيوت الطاقة للتعويض عن الإنخفاض الحاصل في الضغط الجزئي ل O2.

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

3-2- الاستجابات الفيزيولوجية في القمم والمرتفعات:

تتمثل الاستجابات الفيزيولوجية في القمم والمرتفعات في العناصر الثلاثة الأتية:

1. استجابات الجهاز التنفسي.
2. استجابات الجهاز الدوري.
3. استجابات التمثيل الغذائي.

ويمكن ملاحظة تأثير تلك الاستجابات فيما يلي:

- زيادة في ثاني أكسيد الكربون مما يساعد على زيادة معدل PH الدم.
- يزداد معدل التنفس في حالة الراحة أثناء التدريب (الجهد البدني) لتعويض النقص في في ضغط الأكسجين.
- يقل ضغط الأكسجين داخل الشرايين.
- يقل الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجين.
- يقل حجم بلازما الدم.
- يزداد تراكم حامض اللاكتيك.
- يزداد الدفع القلبي.
- تزداد عملية التمثيل الغذائي (الأيض).
- يزداد ضغط الدم.
- يزداد عدد خلايا الدم الحمراء.

3-3-تأثير المرتفعات على المستوى الرياضي:

تعد عملية التدريب من الطرائق الرئيسية والمهمة في رياضة التحمل لما لها من أهمية في تطوير مستوى التكيف لدى

الرياضيين وذلك من خلال تحسين الانجاز والذي تم نتجة لهذا النوع من التدريب، وعليه فعند التدريب في المرتفعات يجب أن نتعرف على الاتي :-

1. التعرف على طبيعة هذه الاماكن ومستوى الارتفاع .
2. التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية .
3. فترة الاقامة وقواعد التدريب .
4. فترة العودة قبل المسابقة الرئيسية .
5. تأثير اقامة البطولات في هذه المناطق على المستوى .

أما مستوى الارتفاع فيتراوح ما بين (1500 م – 9000 م) فوق مستوى سطح البحر وأفضل مستوى للتدريب هو (1800 – 3000) م أما بعد (5000) م فقد تظهر احتمالات حدوث أضرار صحية للفرد أما (9000) م فأن الإقامة دون أجهزة مساعدة قد يؤدي الى الوفاة بسبب حدوث التغيرات الفيزيائية وأثرها على أجهزة الجسم.

إن مقدار الضغط الجزئي للأوكسجين في الحويصلات الرئوية يتعلق بنسبة التشبع مع الهيموجلوبين فكلما قل الضغط الجزئي كلما قل مقدار التشبع وان النسبة الطبيعية للإنسان عند مستوى سطح البحر في الحويصلات الرئوية هي 100 ملم زئبق وعليه تكون نسبة التشبع بالأوكسجين 98 % (Gibala M.j.، 2015، صفحة 43) .

3-4-التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية :

- زيادة قدرة العضلة على تكوين ATP هوائياً ولاهوائياً (كوري، كريبس).
- زيادة قدرة التمثيل الغذائي .
- زيادة كمية الكلايكوجين المخزون في العضلات .
- زيادة نشاط الأنزيمات المكونة ل LDH) ATP / CPK /PFK) .
- زيادة معدل التنفس يزداد بمقدار (1-3) أضعاف.

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

– زيادة عدد الكريات الدم الحمراء نتيجة نقص O2 وتصل الى (8) مليون / ملليتر .

– زيادة بلازما الدم زيادة كمية O2 المنقول .

– زيادة كمية الهيموجلوبين نتيجة نقص O2 في الدم وزيادة عدد كريات الدم الحمراء.

– زيادة في لزوجة الدم نتيجة زيادة عدد كريات الدم الحمراء .

– زيادة في الشعيرات الدموية للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي ل O_2 .

– زيادة في بيوت الطاقة للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي ل O_2.

– تكيف في الجهاز العضلي نتيجة زيادة بيوت الطاقة نشاط الأنزيمات لإعادة ATP

– نقص في البيكربونات نتيجة زيادة معدل التنفس (أثير محمد صبري الجميلي، 2025، صفحة 232) .

4– التدريب في المرتفعات وتأثيره على المستوى البدني والرياضي :

أظهرت نتائج العديد من التجارب ايجابية التدريب في الأماكن المرتفعة لفترات زمنية معينة في الرياضات التي تعتمد بالدرجة الأولى على مستوى كفاءة عمل القلب والرئتين والدورة الدموية ، وفي مقدمتها مسابقات المسافات المتوسطة والطويلة.

وتشير نتائج التجارب العلمية التي أجرها كل من ليزن وهولمان 1972 على 6 من اللاعبين (5000 متر) بهدف التعرف على تأثير عملية التدريب لمدة أسبوعين في ارتفاع ما بين 1950 مترا و2800 متر على مستوى كفاءة الجهاز الدوري بعد العودة لمستوى سطح البحر . أشارت النتائج التي أمكن الحصول عليها الى الأتي :

1– بعد 6 أيام من العودة الى مستوى سطح البحر ثبت زيادة استهلاك الأكسجين ب12.5% عن مثيله قبل بداية التدريب في المرتفعات (تم القياس عند نبض 170/ دقيقة أي بعد الحمل مباشر).

2– ثبت زيادة في كل من كمية الدم وكمية الهيموجلوبين لكل جرام في وزن الجسم.

3- ثبت أيضا من خلال استخدام جهاز ال "Spiroergometer" انخفاض في معدل إشباع الدم بالأكسجين ، ويعزى ليزن وهولمان 1972 Liesen 1972 Hollmann هذه التغيرات من وجهة النظر الفسيولوجية الى انخفاض مستوى مجموعة الهرمونات التي تسمى باسم (Kate cholamin) وتشمل الأدرنالين والنواردرنالين والدوبامين والامين وكذلك زيادة الهيموجلوبين وارتفاع في نشاط الإنزيمات الهوائية (قاسم حسن حسين، 1998، صفحة 76) .

5-المرتفعات والتكيف الفيزيولوجي:

إن التكيف في المرتفعات والقمم يؤدي إلى زيادة عدد الكرات الحمراء في الدم من 5-6 ملايين لتصل إلى 7-8 ملايين في المليمتر المكعب في الدم لتكون قادرة على حمل الأكسجين أي تزيد سعة الدم الأكسيجينية من 19 – 20% إلى 22- 25 % كما أنه من أهم أثار التكيف الفيزيولوجي الذي يحدث نتيجة للعيش في المرتفعات (من أسبوع إلى أكثر) فيتمثل في التغيرات التي تحدث في حجم بلازما الدم والكريات الدموية الحمراء، فالملاحظ إن حجم بلازما الدم ينخفض في المرتفعات مما يجعل تركيز كريات الدم الحمراء يصبح عاليا مقارنة بمستوى البحر، بالإضافة إلى ذلك فان عدد كريات الدم الحمراء نتيجة للعيش في المرتفعات حيث يزداد معدل إنتاجها من نخاع العظام، وليس من المستغرب أن تزداد كريات الدم الحمراء بنسبة أكثر من 30 % عند الصعود إلى ارتفاع 4000 متر فوق سطح البحر.

وكذلك من مظاهر التكيف للمرتفعات زيادة ميوجلبين العضلات وكذلك زيادة في عدد الميتوكوندريا (بيوت الطاقة) وارتفاع في تركيز عدد الأنزيمات المسؤولة عن عمليات إنتاج الطاقة الهوائية في الجسم بينما تشير الدراسات إن التألم يحدث خلال شهر أو أكثر وبشيء بطيء نسبيا ومن علامته ما يلي:

- زيادة التهوية الرئوية.
- زيادة نسبة الهيموجلوبين في الدم.
- زيادة انتفاخ الأوعية الدموية والشعيرات الاحتياطية في الجسم.
- زيادة ضخ الدم من القلب بزيادة عدد سرعة الضربات(التردد).

- زيادة نسبة المحتوى النسيجي للعضلات (الميوغلوبين).
- زيادة في إنزيمات الجسم التي ترفع من كفاءة عمليات التمثيل الغذائي للجسم.

إن أقصر مدة لازمة للتكيف إزاء المرتفعات تعتمد قبل كل شيء على الارتفاع نفسه، إذ تساوي هذه الفترة 8–10 أيام إذا كان الارتفاع ينحصر بين (2000–2500) متر وتزداد إلى 15–21 يوم عند زيادة علو المرتفع إلى 3200 متر، وأخيرا فإن هذه الفترة تساوي 21–25 يوم إذا كان علو المرتفع 4500 متر وما هذه سوى فترات تقريبية لآن الجزء الأساسي في هذا المجال يتعمد على المزايا الذاتية للشخص، إضافة لذلك فإن أي تواجد في الجبال (المرتفعات) لا يمكن أن يقود إلى مستوى كفاءة الأداء التي يتمتع بها الفرد عند مستوى سطح البحر مهما كان تواجد ذلك الشخص في المرتفعات طويلا ولا يمكن أن يكون عند سكان المناطق المنبسطة الذين يتواجدون في المرتفعات ذلك المستوى من الاقتصاد في نقل الأكسجين وطرحه الذي يتمتع به سكان المناطق الجبلية (ريسان خريبط، 2014، صفحة 463).

6–فترات التكيف في المرتفعات:

6–1– فترة الاقامة وقواعد التدريب :

– فترة التدريب في الاماكن المرتفعة من (3 –5) اسبوع أما الفترة الزمنية التعويضية اللازمة لحدوث التغيرات الفسيولوجية التعويضية من (3–5) أسبوع أما عملية التكيّف الفسيولوجي التام فتحتاج الى فترة (8–9) أسبوع .

–حجم التدريب يجب أن يزداد بعد عدة أيام من الإقامة (أي زيادة في الحجم وقلة في الشدة) على عكس ما يحدث في التدريب عند مستوى سطح البح .

–إطالة فترة الراحة سواء في التدريب المستمر أو الفتري.

–فترة التدريب يجب أن تكون خلال فترة المنافسات.

6–2– فترة العودة قبل المسابقة:

إن العودة الى مستوى سطح البحر يجب أن يكون من 19 الى 21 يوم قبل السباق الرئيسي ويجب أن تكون هذه الفترة

عند مستوى سطح البحر كامتداد للتدريب الذي تم عند المرتفعات حيث تحدث طفرة في المستوى ويجب أن يتم في هذه الأيام 19-21 وأيضاً الأيام 36-42 بعد النزول من المرتفعات سباقات أو إقامة السباق الرئيسي (أميرة حسن محمود و ماهر حسن محمود، 2008، صفحة 98).

7- تكيف الجهاز الدوري القلبي في المرتفعات:

7-1- استجابات الجهاز القلبي الوعائي في المرتفعات:

لا تؤثر المرتفعات على الجهاز التنفسي فقط بل إنها قد تؤثر أيضا على الجهاز القلبي الوعائي وهذا بظهور مجموعة من التكيفات نتيجة انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين في المرتفعات.

7-2-حجم الدم (Volume sanguin):

في الساعات الأولى التي تتبع الوصول إلى المرتفعات، ينخفض الحجم البلازمي للدم و هذا راجع إلى عملية إفراغ البول، وزيادة فقدان الماء عند التنفس راجع ذلك إلى جفاف الهواء من جهة وزيادة عملية التهوية هذا الانخفاض في الحجم البلازمي قد يصل إلى 25%، و هذا دون التغير في عدد الكريات الدموية الحمراء، هذا النقص في الحجم البلازمي يصاحبه نقص أولي في حجم الدم الكلي مع زيادة في الكسر الحجمي للكريات الحمراء، بعد عدة أسابيع من التواجد في المرتفعات نلاحظ زيادة في عدد الكريات الدموية، نقص الأكسجين يحفز إفراز هرمون L'érythropoietine ، الذي يعمل على تنشيط تصنيع الكريات الحمراء، في الثلاث الساعات الأولى عند الوصول إلى المرتفعات يرتفع مستوى تركيز هذا الهرمون في الدم بحيث يصل إلى أقصاه بعد 24 إلى 48 ساعة، و بعد التواجد لمدة 6 أسابيع في مرتفع 4000م يرتفع حجم الدم بنسبة 9 إلى 10% هذه الزيادة لا ترجع فقط إلى زيادة و نشاط هرمون (L'érythropoietine).

إن الزيادة في عدد الكريات الدموية الحمراء يصاحبه زيادة في تركيز الدم بالهيموغلوبين الذي يرتفع عند التواجد في المرتفعات، هذا التأقلم يسمح بزيادة نقل الأكسجين في الدم، التكيفات الحاصلة بعد مدة من التواجد في المرتفعات تسمح بزيادة جديدة في الحجم البلازمي للدم و عدد الكريات الدموية الحمراء، هذه التكيفات تسمح فقط بتحسين نقل الأكسجين و

لا تكفي من أجل تحقيق نفس المستويات لحجم الأكسجين الأقصى المستهلك (VO2max) عند التواجد على مستوى سطح البحر (نصر الدين سيد أحمد، 2003، صفحة 64).

8-التكيفات الحاصلة في المرتفعات للجهاز التنفسي:

بالنسبة للأشخاص الذين لهم عدة أسابيع في المرتفعات يتأقلم الجسم لنقص الضغط الجزئي للأكسجين، ومهما كانت هذه التكيفات لا تسمح بالتعويض الكلي للنقص الحاصل في الأكسجين و حتى بالنسبة للأشخاص المتميزين بالتحمل مع البقاء لمدة طويلة في المرتفعات لا يصلون أبدا لنفس المستوى لحجم الأكسجين الأقصى مثل ما هو على مستوى سطح البحر. هذه التكيفات تكون على مستوى الدم، العضلات الجهاز القلبي التنفسي.

8-1- التكيفات التنفسية (Adaptations respiratoires):

التكيف الرئيسي الحاصل في المرتفعات فيما يخص عملية التنفس هو زيادة عملية التهوئة الرئوية في الراحة و عند التمرينات بعد 3 إلى 4 أيام من التوضع في إرتفاع 4000م التهوئة في الراحة ترتفع حوالي 40% مقارنة بالتواجد على مستوى سطح البحر، في التمرينات ذات الشدة الأقل من القصوى فرط التهوية يستقر عند 50% (وليد أحمد عواد الكبيسي، 2018، صفحة 96).

قائمة المراجع:

1. Bailey D, Davies B. (1997). Physiological implications of altitude training for endurance. Br J Sports Med.

2. Bompa. (1999). operiodizatio Training for sport.

3. Gaillard R et Servien E. (2017). anatomie du muscle et tendon. Lyon: DIU de pathologie locomotrice.

4. Gibala M.j. (2015). physiological adaptations to low volume high intensity interval training (éd. 1). Sports Science Exchange.

5. jean-luc Layla remy lacramp. (2007). MANUAL pratique de l’entrainement. edition Amphora.

6. jurgen-weineck. (1997). Manuael d’entrainement (éd. 4). vigot.

7. R.teman.jsimon. (1991). handball performanc. paris: edition amphora.

8. Taelman,R. (2000). Nouvelles technique d’entrainement. paris.

9. Telmane Rene. (1991). football Performance. paris: Edition Amphora.

10. Tupin Bernard. (1990). Preparation et entrainement du Foot balleur. Paris: edition amphora.

11. Wilmore J.H, Costil D.L,. (2006). physiologie du sport et de l'exercice (éd. 03). Bruxelles: Ed de Boeck.

قائمة المراجع باللغة العربية:

1. أبو العلا عبد الفتاح. (1997). التدريب الرياضي و الأسس الفسيولوجية .(éd. 1) القاهرة: دار الفكر العربي.

2. أبو العلا عبد الفتاح. (2003). فسيولوجيا التدريب والرياضة .(éd. 1) القاهرة: دار الفكر العربي..

3. أبو علاء أحمد عبد الفتاح ومحمد صبحي حسانين. (1998). فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضي وطرق القياس للتقويم .(éd. 1) القاهرة: دار الفكر العربي.

4. أثير محمد صبري الجميلي. (2025). قدرات التحمل أشكالها، خصائصها، طرائق تدريبها. بغداد: مكتب التقدم للطباعة.

5. أبو علاء أحمد عبد الفتاح و أحمد نصر الدين. (1993). فيزيولوجية اللياقة البدنية. القاهرة: دار الفكر العربي.

6. أبو علاه أحمد و أحمد نصر الدين سيد. (2003). فسيولوجيا اللياقة البدنية. القاهرة: دار الفكر العربي.

7. أحمد عريبي عودة. (2016). تخطيط التدريب في كرة اليد .(éd. 1) الاردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع.

8. إقبال محمد ومحمد أمحمد سويدان. (2006). علم التشريح الرياضي. القاهرة: دار الفجر للنشر والتوزيع.

9. أميرة حسن محمود و ماهر حسن محمود. (2008). الاتجاهات الحديثة في علم التدريب الرياضي .(éd. 1) الاسكندرية: دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر.

10. بسطوسي أحمد. (1999). أسس و نظريات التدريب الرياضي. القاهرة: دار الفكر العربي.

10 . جبريل أجريد السعودي و أيمن سليمان مزاهرة. (2014). فسيولوجيا الانسان .(éd. 1) الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

11 . خالد تميم الحاج. (2017). أساسيات التدريب الرياضي .(éd. 1) عمان: الجنادرية للنشر والتوزيع.

12 . خالد صلاح الدين محمد كامل. (2020). وظائف أعضاء الجهد البدني. السعودية: دار العطاء.

13 . روز غازي عمران. (2015). التدريب الرياضي بين النظرية و التطبيق .(éd. 1) الاردن: دار امجد للنشر و التوزيع.

14 . ريسان خريبط. (2014). المجموعة المختارة في التدريب وفسيولوجيا الرياضة .(éd. 01) القاهرة: مركز الكتاب للنشر.

15 . ساري أحمد حمدان ، نورما عبد الرزاق سليم. (2001). اللياقة البدنية و الصحية .(éd. 1) الأردن: دار وائل للطباعة و النشر.

16 . سعد كمال طه. (1995). مبادئ الفسيولوجي"علم وظائف الأعضاء". مصر: منتدى مكتبة الاسكندرية.

17 . سميعة خليل محمد أمين. (2008). مبادئ الفيسيولوجيا الرياضية. بغداد: الأكاديمية الرياضية العراقية.

18 . صباح ناصر العلواجي. (2014). علم وظائف الأعضاء .(éd. 03) عمان: دار الفكر.

19 . عبد الله حسين اللامي. (2004). الأسس العلمية للتدريب الرياضي .(éd. 1) الأردن: دار الطيف للطباعة.

20 . عصام الدين عبد الخالق مصطفى. (2003). التدريب الرياضي نظريات تطبيقات .(éd. 11) الاسكندرية: منشاة المعارف.

21 . عصام عبد الخالق. (1991). التدريب الرياضي نظريات و تطبيقات .(éd. 4) دار المعارف.

22 . عصام عبد الخالق. (2005). التدريب الرياضي نظريات–تطبيقات .(éd. 12) منشأة المعارف.

23 . علي جلال الدين. (2004). فسيولوجيا التربية البدنية والأنشطة الرياضية .(éd. 2) الأردن: المركز العربي للنشر.

24 . عماد الدين عباس أبو زيد ، سامي محمد علي. (1998). الأسس الفسيولوجية لتدريب كرة اليد. القاهرة: مركز الكتاب للنشر.

25 . عماد الدين عباس أبوزيد. (2007). التخطيط و الأسس العلمية لبناء و إعداد الفريق في الألعاب الجماعية. الاسكندرية: منشأة المعارف.

26 . فاضل دحام منصور المياحي. (2022). الشامل في التدريب الرياضي .(éd. 01) بغداد: مطبعة الرفاه.

27 . فاضل كامل مذكور و عامر فاخر شغاتي. (2011). اتجاهات حديثة في تدريب التحمل –القوة – الاطالة – التهدئة .(éd. 1) الاردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع.

28 . قاسم حسن حسين. (1998). أسس التدريب الرياضي .(éd. 1) الاردن: دار الفكر للطباعة و النشر و التوزيع.

29 . كمال جميل الربضي. (2004). التدريب الرياضي للقرن الحادي و العشرون .(éd. 2) الاردن: الجامعة الاردنية.

30 . كمال درويش وآخرون. (1998). الأسس الفسيولوجية لتدريب كرة اليد نظريات–تطبيقات .(1 .éd) مصر: مركز الكتاب للنشر.

31 . كمال عبد الحميد ومحمد صبحي حسانين. (1997). اللياقة البدنية ومكوناتها الأسس النظرية–الإعداد البدني– طرق القياس .(3 .éd) القاهرة: دار الفكر العربي.

32 . ليلى السيد فرحات. (2007). القياس و الاختبار في التربية الرياضية .(4 .éd) القاهرة: مركز الكتاب للنشر.

33 . محمد إبراهيم شحاتة. (2006). أساسيات التدريب الرياضي. الاسكندرية: المكتبة المصرية للطباعة و النشر و التوزيع.

34 . محمد حسن علاوي. (1994). علم التدريب الرياضي .(13 .éd) القاهرة, مصر: دار المعارف.

35 . محمد حسن علاوي و أبو العلاء عبد الفتاح. (2000). فيسيولوجية التدريب الرياضي .(1 .éd) القاهرة: دار الفكر العربي.

36 . محمد سمير سعدي الدين. (2000). علم وظائف الأعضاء والجهد البدني .(3 .éd) الإسكندرية: منشأة المعارف.

37 . محمد عثمان. (1991). التعلم الحركي والتدريب الرياضي. الكويت: دار القلم.

38 . مروان عبد المجيد ابراهيم و محمد جاسم الياسري. (2010). اتجاهات حديثة في التدريب الرياضي–106 .éd) .(110الاردن : الوراق للنشر و التوزيع.

39 . مفتي إبراهيم. (2004). اللياقة البدنية طريق الصحة و البطولة الرياضية .(1 .éd) القاهرة.

40 . مفتي ابراهيم. (2013). المرجع الشامل في التدريب الرياضي التطبيقات الملية. دار الكتاب الحديث.

41 . مفتي إبراهيم حمادة. (2001). التدريب الرياضي الحديث تخطيط و تطبيق و قيادة .(2 .éd) القاهرة : دار الفكر العربي.

42 . منصور جميل العنبكي. (2013). التدريب الرياضي و افاق المستقبل .(1 .éd) الاردن: مكتبة العربي للنشر و التوزيع دار الرواد.

43 . نايف مفضي الجبور. (2012). فسيولوجيا التدريب الرياضي .(1 .éd) الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

44 . نصر الدين سيد أحمد. (2003). فسيولوجيا الرياضة نظريات و تطبيقات. القاهرة: دار الفكر العربي.

45 . نوال مهدي العبيدي و فاطمة عبد المالكي. (2001). التدريب الرياضي لطلبة المرحلة الرابعة في كليات التربية الرياضية .(1 .éd) الأردن : مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع.

46 . هاشم عدنان الكيلاني. (2005). فيسيولوجية الجهد البدني والتدريبات الرياضية .(1 .éd) عمان: دار حنين للنشر والتوزيع.

47 . وليد أحمد عواد الكبيسي. (2018). فيسيولوجية التحمل الخاص وتأثيره على تركيز الأستيل كولين وفاعلية أنزيمه وبعض المتغيرات .(01 .éd) الاسكندرية : مؤسسة عالم الرياضة.

48 . وليد عطا هارون. (2016). فسيولوجيا التدريب الرياضي .(1 .éd) الأردن : دار أمجد للنشر و التوزيع.