المحاضرة04

التعــب:

سوف نتطرق إلى التعب من حيث المفهوم والتصنيفات والتقسيمات وأماكن التعب وطرق التشخيص، والمواصفات البيوكيميائية و درجاته على النحو التالي

1- مـفهوم التعب:

هو عبارة عن هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل ويمكن قياسه من مظاهره الخارجية عن طريق قلة كمية العمل الميكانيكي المؤدي.

أما من حيث تأثيراته على الجهاز العصبي هو الحالة التي تظل فيها القدرة على الاستجابة بفعالية للمنبهات والمتغيرات، أما من حيث جانب تأثيراته على الجهاز العضلي هو عدم القدرة على الاحتفاظ أو تكرار الانقباضة العضلية بنفس قوتها المعتادة.

2- تصنيفات التعب

يصنف التعب إلى أربعة أنواع أساسية موضحة كما يلي:

- التعب العقلي كما في لعبة الشطرنج.
- التعب الحسي كما في لعبة الرمايـة.
- التعـــــب النفســـي.
- التعب البدني كما في الفعاليات الرياضية.

3- تقسيمات التعب:

كما يقسم التعب بدوره وفقا لعدد العضلات المشتركة في العمل إلى ثلاث أنواع:

- التعب الموضعي: ويشكل فيه عدد العضلات العاملة ثلث الكتلة العضلية للجسم.
- التعب النصفي: ويشكل عدد العضلات العاملة من الثلث إلى الثلثين من الكتلة العضلية للجسم.
- التعب العـام: يزيد عدد العضلات العاملة عن ثلثي الكتلة العضلية للجسم.

4- أمــاكن التعب:

يكون موضع التعب في الجهاز المركزي أو في الاتصالات بين الخلايا العصبية وقد يكون مكان الاتصال العصبي العضلي أو في العضلة ذاتها.

وقد أثبتت الأبحاث أن العصب الحركي لا يحدث فيه التعب ولذلك نستبعد هنا أن يكون التعب في عدم مقدرة العصب الحركي على توصيل الإشارة العصبية إلا أن البحوث أثبتت أن التعب العضلي في العضلة نفسها، وذلك حسب نوع النشاط المؤدى أما العمل العضلي الذي يستمر فترة طويلة يؤدي إلى تعب الجهاز العصبي المركزي وكذلك النشاط الحركي الذي يتميز بصعوبة أداء المهارات الحركية لساعات.

بينما يحدث التعب في الاتصال العضلي في الأنشطة التي تتميز بالسرعة والقوة المميزة بالسرعة (القدرة) ويحدث التعب في العضلة في العمل العضلي الذي يتطلب أداء الوحدات الحركية البطيئة دون تركيز كبير للجهاز العصبي.

5- تشخيص التعب:

لقد أشار أختومسكي أن أهم المؤشرات التي تؤدي إلى التعب هي:

- زيادة عدد الأخطاء كنتيجة لاختلال التناسق في التصرفات.
- عدم الكفاية في خلق وتكوين حركات جديدة ومفيدة واستيعابها.
- عدم تناسق العمل الوظيفي من خلال زيادة استهلاك الطاقة.

6- المواصفات البيوكيميائية للتعب:

عند تنفيذ أي نشاط عضلي يستمر لفترة طويلة تتنامى حالة توصف بزمن هبوط الكفاءة يطلق عليها حالة التعب، وهذه ليست حالة مرضية وإنما هي حالة عادية للجسم تقوم بدور دفاعي وهي تعطي مؤشرات بيولوجية ووظيفية غير مريحة وتظهر نتيجة العمل وهي تعمل بصورة آلية لتحقيق شدة العمل العضلي وينخفض في حالة التعب تركيز ATP في الخلايا العصبية وتتباطأ سرعة معاملة الإشارات التي ترد من المستقبلات ويتنامي في المراكز الحركية الكبح الوقائي الذي يرتبط بتكوين محلول حامضي.

وفي حالة التعب يستنفد نشاط الغدد الصماء، الأمر الذي يؤدي إلى هبوط إنتاج الهرمونات وانخفاض نشاط عدد من الهرمونات ويؤثر هذا قبل كل شيء على الألياف العضلية لـ ATP التي تراقب تحويل الطاقة الكيميائية إلى شغل ميكانيكي وعند انخفاض سرعة انشطار ATP إلى ألياف عضلية تهبط آليا قدرة العمل المنفذ.

وينخفض في حالة التعب نشاط الإنزيمات التي تساعد التفاعلات الكيميائية في العضلات وبذلك تقل إعادة تكوين ATP ومن أجل الحفاظ على المستوى المطلوب لـ ATP سيحدث تعزيز داخلي لتحلل السكر الذي يصاحب عملية أكسدة الأوساط الداخلية ويحدث في العضلات العاملة عند التعب نفاذ احتياطي مصادر الطاقة (الفوسفوكرياتينين والنشا الحيواني) وتتجمع نواتج انحلال حامض اللبنيك، وهنا يحدث خرق لتنظيم تلك العمليات المتعلقة بإمداد العضلات بالطاقة، وتظهر تغيرات واضحة في نشاط أنظمة التنفس الرئوي والدورة الدموية، ولا تزال أسباب زيادة التعب عند أداء العمل العضلي غير معروفة تماما وينظر إليها في غالب الحالات كمجموعة ظواهر تكون سبب هبوط الكفاءة فيها هو خروج واحد من عناصر تلك المجموعة من المشاركة الجادة في العلاقات المتبادلة في أنظمة الأعضاء و الوظائف التي تؤمن تنفيذ العمل أو خرق العلاقات بين الأنظمة.

واستنادا إلى ظروف النشاط العضلي والمميزات الذاتية للجسم فإن دور الحلقة القيادية في تطوير التعب، يمكن أن يأخذ على عاتقه أي عضو أو وظيفة إذ يضحى عملها في لحظة زمنية معينة غير متكيف للأحمال المطلوبة، وعليه فإن أول سبب للتعب يصلح أن يكون هو انخفاض في مصادر الطاقة وهبوط نشاط الإنزيمات الأساسية وعادة عند تنفيذ عمل قصير مكثف، فإن السبب الأساسي للتعب يمكن أن يكون نمو الإعاقة الوقائية بسبب خرق توازن ADP,ATP ونضوب المايوزين في ATP للعضلات العاملة تحت تأثير نواتج التبادل المتراكمة.

وعند تنفيذ عمل معتدل نسبيا وطويل فإن السبب الأساسي للتعب هو خرق النشاط آليات تأمين الطاقة (مثلا نفاذ احتياطي النشا الحيواني داخل العضلات أوتراكم نواتج الدهون غير المؤكسدة كليا)وكذلك انخفاض تهيج العضلات الناجم عن خروج البوتاسيوم الموجودة في فضاء ما بين الخلايا

7- درجات التعب:

قسم فرنكون**1973** التعب العضلي إلى عدد درجات تختلف في صعوبتها بداية من التعب البسيط حتى يصل الرياضي إلى الحالات المرضية التالية:

7-1- التعب البسيط Fatigue:

حالة الرياضي بعد أداء الحمل التدريبي منخفض الشدة ويكون في شكل شعور بسيط بالتعب مع انخفاض الكفاءة البدنية.

2-7- التعب الحـاد:

حالة الرياضي تظهر بعد أداء الحمل الأقصى ولمرة واحدة، وفي هذه الحالة يلاحظ ضعف الأداء وانخفاض حاد في الكفاءة البدنية والقوة العضلية، وتظهر هذه الحالة غالبا لدى الرياضيين غير المدربين على درجة عالية ومن أهم المظاهر العامة لهذه الحالة شحوب الوجه وزيادة معدل ضربات القلب وارتفاع الضغط الدياستولي الانقباضي بمقدار **40-60** مم زئبق مع انخفاض حاد للضغط الدياستولي الانبساطي وهو ما يطلق عليها "ظاهرة القمة بلا نهاية" ويلاحظ رسم القلب الكهربائي اختلال عمليات التمثيل الغذائي لعضلة القلب وزيادة عدد الكرات البيضاء في الدم وفي بعض الأحيان وجود زلال في البول.

3-7- الإجهـاد:

تظهر هذه الحالة بشكل حاد بعد تنفيذ الحمل التدريبي أو حمل المنافسة الأقصى لمرة واحدة، وذلك عندما يتدرب الرياضي في وقت المرض حينما تكون الحالة الـوظيفية منخفضة، وقد يرجع ذلك أيضا إلى مراكز العدوى المزمنة مثل التهاب اللوزتين أو تسوس الأسنان وغيرها، وغالبا ما تظهر هذه الحالة لدى بعض الرياضيين الذين يتميزون بزيادة حماسهم لأداء أحمال تـدريبية كثيرة وكبيرة دون التخلص من التعب الناتج عن هذه الأحمال أولا بأول، ويلاحظ الرياضي ضعف عام ودوار الرأس وشعور بالغثيان في بعض الأحيان، واختلال التوافق الحركي واختلال في ضغط الدم الشرياني واختلال في إيقاع ضربات القلب وأعراض أمراض الكلى وعدم توافق وظائف الجهاز الدوري للحمل، وتستمر هذه الحالة من التعب عدة أيام إلى عدة أسابيع، ويتطلب التخلص من هذه الحالة عملا تعاونيا بين المدرب والطبيب.

8- مفهوم التعب العضلي:

يعرف التعب العضلي فيزيولوجيا بأنه عدم المقدرة على الاستمرار ببذل الجهد، وهو يمثل موضوعا حيويا ليس في مجال فيزيولوجيا الرياضة فقط ولكن أيضا في مجال فيزيولوجيا الإنتاج و فيزيولوجيا الفضاء، لما للتعب من دور هام في تحديد قدرات الإنسان على قدرات الأداء البدني وانعكاس ذلك على العمل والإنتاج وكل أوجه النشاط البشري.

1-9- اتجاه الدراسات العلمية في مجال التعب العضلي

اتخذت الدراسات هذا المجال اتجاهين أساسيين، هما الكشف عن موضوع حدوث التعب والآخر هو الكشف عن آليات حدوث التعب.

2-9- نـظريات التعب العضلي

تبلورت نتائج الدراسات في تحديد موضع حدوث في نظريتين هما :

- **النظرية الطرفية**: التي تحدد مكان حدوث التعب في الجهاز العصبي أو ما يطلق عليه التعب الطرفي
- **النظرية المركزية**: التي تحدد مكانة التعب في الجهاز العصبي أو ما يطلق عليها التعب المركزي

3-9- بداية الدراسات العلمية في مجال التعب العضلي:

كانت بداية الطرفية حينما سجل ماري **1968**، انخفاض العمل الميكانيكي تحت تأثير استمرار تنبيه العصب المغذي لها بالتيار الكهربائي.

بينما بدأت النظرية المركزية بنتائج العالم الإيطالي موسو **1890** حينما أثبتت إمكانية استعادة مقدرة العضلة المتبعة للعمل والانقباض عندي تنبيه العصب المغذي لها.

9-4- ما انتهت إليه الدراسات في مجال التعب العضلي:

- **في مجال التعب الطرفي**

إن أسباب التعب الطرفي تحدث في العضلة ذاتها بداية من انتقال الإشارة العصبية من النهاية العصبية الحركية إلى الطرفين حتى تتخلل العضلة واختلال ظهور وامتصاص الكالسيوم داخل الشبكة الساركوبلازمية واستنفاد مصادر الطاقة وبعض المتغيرات الأخرى المرتبطة بعمليات التمثيل الغذائي لتشكيل الطاقة والانقباض العضلي.

- **في مجال التعب المركزي:**

لم تتوصل الدراسات في جانب التعب المركزي إلا إلى بعض العوامل الخارجية التي تعتبر مؤشرا للتعب المركزي مثل الاستدلال بظهور التعب في الأطراف غير المشاركة في العمل العضلي، وكذلك أن التأثير الإيجابي للراحة النشطة هو أيضا مؤشر للتعب المركزي ولم تعط الدراسات تفسير لآليات التعب المركزي.

9-5- افتراضية التعب المركزي:

في سنة **1987** حدثت طفرة في أبحاث التعب المركزي حينما اكتشف العالم الكيميائي أريك نيوشم من جامعة أكسفورد هو وزملائه افتراضية جديدة لتفسير حدوث التعب المركزي.

تقوم هذه الافتراضية على أن من أسباب التعب المركزي زيادة تركيز السيروتين في المخ أو 5HT اختصار المصطلح 5Hydrxyptoamin وهي مادة كيميائية يقوم المخ بتصنيعها من حامض أميني يسمى تريتوفان، تقوم هذه المادة بوظيفتها كناقل عصبي بمعنى أنها تقوم بنقل إشارات عصبية بين الخلايا العصبية.

وجد أن لها تأثيرا تثبيطيا لذلك يرتبط زيادة تركيزها في المخ بزيادة التعب والنوم، ويظهر هذا التأثير في انخفاض مستوى الأداء الرياضي نتيجة التعب.

9-6- التعب العضلي الموضعي:

من المعروف أن مشكلة التعب العضلي من المشكلات المعقدة والتي ترتبط بكل من الجهاز العصبي والجهاز العضلي، وبالنسبة للعضلة فإن التعب عادة يرتبط بكل من الاتصال العصبي العضلي والآليات الانقباضية بالعضلة.

9-6-1- التعب في مناطق الاتصال العصبي:

يرتبط هذا النوع من التعب بالألياف السريعة مقارنة بالألياف البطيئة، ويرجع سبب ذلك إلى نقص الناقل العصبي الكيميائي أستيل كولين.

9-6-2- التعب في الألياف الانقباضية

هناك كثير من العوامل المرتبطة بتعب الألياف الانقباضية منها:

- تجمع حمض اللاكتيك، تشنج الألياف السريعة، حامض اللاكتيك أكثر من الألياف البطيئة، وتعتبر هذه الخاصية في زيادة إنتاجية اللاكتيك أحد العوامل المكونة لسعة الأداء اللاهوائية، ولذا يدرب الرياضي على أداء أحمال بدنية ذات شدة عالية يؤدي إلى تكسير الجليكوجين في غياب الأكسجين ويزداد تراكم حامض اللاكتيك نتيجة لذلك، الأداء الأقصى لقوة الانقباض العضلي كما يفسر ذلك أيضا قابلية الألياف السريعة للتعب.

ولكن كيف يكون حامض اللاكتيك سببا في حدوث التعب بالعضلة؟، وللإجابة على ذلك توجد آليتان فيزيولوجيتان وكلاهما يرتبط بتأثير حامض اللاكتيك أولهما أنه عند زيادة تركيز الهيدروجين داخل الليفة العضلية وبذلك لا تحدث إعاقة لعملية التنبيه الكهربائي لليفة العضلية وبذلك لا تحدث عملية انتشار الاستثارة على طول الليفة وداخلها وبذلك تقل كمية أيونات الكالسيوم التي تخرج من الشبكة الساركوبلازمية وتدخل مع ترابط التروبين وثانيها من جهة أخرى فإن زيادة تركيز الهيدروجين يثبط من نشاط إنزيم فسفوفركتونين وهو الإنزيم الأساسي لعملية الجلكرة اللاهوائية وهذا التثبيط يبطئ من عمليات الجلكرة اللاهوائية لإنتاج ATP.

- استفاد مخزون ATP, PC لا يرتبط التعب الموضعي للعضلة بشكل كبير باستنفاد مخزون PC و ATP بالعضلة حيث يكون المستهلك قليلا جدا ويتم تعويضه بسرعة خلال دقائق قليلة.
- استنفاد مخزون الجليكوجين للعضلة عند أداء العمل العضلي لفترة 30 دقيقة إلى 4 ساعات، حيث يستنفذ الجليكوجين تماما من الألياف البطيئة بصفة خاصة، وهذا يعد سببا للتعب العضلي، وبالرغم من مساعدة جلوكوز الكبد والأحماض الدهنية للعمل كوقود إلا أن دوريهما لا يستطيع أن يغطي الطاقة الناتجة عن جليكوجين العضلة.
- عوامل أخرى: هناك عوامل أخرى تكون سببا في حدوث التعب في العضلة مثل نقص الأكسجين وعدم كفاية سريان الدم.

3-6-9 - دور الجهاز العصبي المركزي في التعب العضلي

يؤدي الاضطراب الحادث في العضلة نتيجة التعب الموضعي إلى إرسال المخ إشارات عصبية لتنشيط الجهاز الحركي مما يؤدي إلى انخفاض العمل العضلي، وتؤدي الراحة الإيجابية بين تكرارات أداء العضلة مرتفع الشدة إلى استشفاء العضلة الهيكلية بشكل أسرع نتيجة تحقيق الضغط على الجهاز العصبي.

جدول رقم (07) يوضح المواقع والآليات الفيزيولوجية في التعب العضلي الموضعي.

موقع التعب	الآليات
1-الاتصال العصبي	نقص تحرر الأستيل كولين في النهايات العصبية
2- الآليات الانقباضية	أ- نقص تحرر أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية ونقص رابطة أيونات الكالسيوم مع الترونين نتيجة زيادة الهيدروجين الناتج عن تكرار حمض اللاكتيك. ب- استنفاد مخزون PC,ATP ج- استنفاد مخزون جليكوجين. د- نقص الأكسجين وعدم كفاية سريان الدم.
الجهاز العصبي المركزي	- اختلاف وسط العضلة والإشارات التثبيطية من الجهاز العصبي للتقليل من إنتاجية الجهاز الحركي.

10- علاقة التدريب الرياضي بالتعب

إن الفرد الرياضي يتأخر ظهور التعب لديه لعدة أسباب:

- تناسب كمية الدم الواصلة للعضلات العاملة مع كمية المجهود الذي يقوم بأدائه.
- قدرة الأوعية الدموية على الاتساع بسرعة لسد حاجة العضلات.
- وجود قلويات وجلوبين بوفرة في العضلات.
- توافق الجهازين العضلي والعصبي (التوافق العضلي العصبي).
- ازدياد القوة الميكانيكية للعضلة.
- الاقتصاد في الطاقة لمعرفة اتجاهات ومسارات الحركات المختلفة نتيجة لمعرفة اللاعب السابقة بالحركات.