

المحاضرة الرابعة: الجهاز العضلي و الجهد البدني

مقدمة:

تتصل العضلات في جسم الانسان مع العظام بواسطة الأربطة والأوتار. إن ثني الساعد عملية مزدوجة، تنقبض فيها العضلة ذات الرأسين وتنبسط العضلة ذات الثلاثة رؤوس في نفس الوقت. وبسط الساعد عملية مزدوجة أيضاً، فتقبض فيها العضلة ذات الثلاثة رؤوس وتنبسط العضلة ذات الرأسين ذلك هو سر معظم عضلات الجسم فهي تعمل مثنى أو في مجموعات سواء في ذلك عضلات الساقين أو عضلات الأصابع أو العضلات الست التي تحرك مقلة العين فلا توجد عضلة تعمل على انفراد، فمهما كان العمل الذي تؤديه العضلة فهناك عضلة أخرى تعمل عكس ذلك العمل. بل وأكثر من ذلك، فإن أبسط حركة تستدعي نشاط مجموعات بأكملها من العضلات، وقد يكون بعضها بعيداً عن مكان الحركة، ومثال على ذلك عندما تشد الحبل تجد أن عضلات الساق والظهر وأصابع القدم تشد أزر عضلات الذراعين. عندما تنقبض العضلة تقصر في الطول ولكنها تزداد سمكاً في الوسط وذلك يحدث في الألياف العضلية وبذلك تظهر في العضلة بأكملها. ولذلك تتضخم العضلة ذات الرأسين عند ثني الذراع. وفي انقباض العضلة العادية، لا ينقبض إلا عدد معين من الألياف العضلية، ذلك لأننا لا نحتاج في الأحوال العادية إلا إلى قدر قليل محدود من المجهود. أما في المجهودات الشاقة، فإن عدد الألياف العضلية الذي ينقبض يزداد بالتدريج ونتيجة لذلك يزداد حجم العضلة وتزداد صلابتها عند الانقباض. من هذا نرى أن العضلات تنمو وتزداد قوة بالعمل أو بأداء التمرينات الرياضية. ونحن لا نحتاج إلى عضلات كبيرة نامية فوق العادة، وفي الواقع تنمو بعض العضلات إلى درجة تعوق العضلات الأخرى عن العمل وتبطئ الحركة.

آلية التقاصر العضلي:

يتم التقاصر العضلي وفق المراحل التالية:

1- يتفعل العصب الحركي المعصب لعضلة ما تحت تأثير الإرادة عادةً، وينتشر هذا التنفيع على طول العصب حتى نهايته المعصبة للألياف العضلية.

2- تفرز نهايات هذا العصب مادة كيميائية هي الأستيل كولين التي تعد الناقله العصبية.

3- ترتبط جزيئات الأستيل كولين على مواضع محددة من غشاء الليف العضلي تدعى المستقبلات receptors ، فيحدث نتيجة لذلك تبدل في نفوذية هذا الغشاء للأيونات ions ينشأ عنه تبدلات في قطبية غشاء الليف العضلي التي تدعى بجهد الفعل action potential ، ينتشر جهد الفعل على طول غشاء الليف العضلي، وإلى عمق الليف أيضاً ليسبب تحرر أيونات الكالسيوم من الشبكة الهيولية العضلية، فيتضاعف بذلك تركيز هذه الأيونات في الهيولى العضلية.

4- ترتبط أيونات الكالسيوم على مواضع محددة في خيوط الأكتين، فتتفعل عملية جذب خيوط الأكتين ما بين خيوط الميوزين فتتقاصر بذلك الليفيات، فالليف، ثم العضلة كلها، ويتطلب هذا التقاصر (التقاصر) طاقة ترد من حلمة ثلاثي فسفات الأدينوزين A.T.P.

5- تعود أيونات الكالسيوم إلى الشبكة الهيولية العضلية بعد توقف تفعيل العضلة، ويتطلب ذلك صرف كمية من الطاقة ترد أيضاً من حلمة ثلاثي فسفات الأدينوزين، كما تعود قطبية غشاء الليف العضلي إلى حالة ما قبل التنفيع، فيعود طول الليف العضلي إلى وضعه الطبيعي أي إلى حالة الاسترخاء

أنواع الانقباضات العضلية:

الانقباض الايزوتوني (الانقباض العضلي المتحرك): وهو الانقباض الذي تتغير فيه طول العضلة (تطول او تقصر) دون حدوث تغيير في كمية الشدة التي تنتجها العضلة مثل حركات الدفع والمشي والجري والوثب والقفز.

الانقباض الايزومتري (الانقباض العضلي الثابت) : وهو الانقباض الذي تتغير فيه الشدة العضلية دون حدوث تغيير في طولها مثل رفع ثقل معين لا يقوي على تحريكها و محاولة دفع الجدار .

الانقباض الايكسوتوني: وهو عبارة عن مركب الانقباض العضلي المتحرك والثابت .

- الخصائص المميزة للنسيج العضلي والجهد البدني:

- يعد الجهاز العضلي أحد الأركان الثلاثة الأساسية التي يعتمد عليها جهاز الاتزان والحركة بالنسبة لجسم الإنسان بصفة عامة، والجهد البدني بصفة خاصة. و فيما يلي نعرض لهذه الأهمية بشئ من التفصيل في ضوء العلاقات المتبادلة بين الخصائص المميزة للنسيج العضلي الارادى والجهد البدني:

1- خاصية الانقباض والجهد البدني:

من الخواص الهامة التي يتميز بها النسيج العضلي خاصية الانقباض، وتعنى قدرة هذه الأنسجة على الانقباض contraction ويقابلها القدرة على الارتخاء Relaxation، ولما كانت العضلات تشكل ثلاثة أخماس وزن الجسم تقريبا بالنسبة للرجل وأقل من ذلك قليلا لدى المرأة فإن ذلك يبرز أهميتها بالنسبة للجهد البدني.

ويتفاوت حجم هذه الأهمية بالنسبة لعدد ونوع العضلات العاملة – المنقبضة أو المنبسطة – أثناء الاداء وفقا لاختلاف نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس. فالمجموعات العضلية العاملة أثناء رياضة التجديف، تختلف عن المجموعات العاملة برياضة كرة القدم، وتختلف عن المجموعات العضلية العاملة في رياضة الجمباز، بل وتختلف من جهاز لآخر من الأجهزة الستة لهذه الرياضة... الخ.

2- خاصية النغمة العضلية والجهد البدني:

أ- النغمة العضلية والانقباضات و الانبساطات العضلية:
إن خاصية النغمة العضلية أى الاحتفاظ بانقباض بسيط وبصفة مستمرة حتى أثناء الراحة لها أهميتها الكبيرة في الرياضات التي تعتمد على عنصر المفاجئة مثلها في رياضات المنازلات (المصارعة، والملاكمة، السلاح) وما يشابههم من مواقع في الرياضات الأخرى، أذ تتطلب هذه المواقف في مثل هذه الرياضات سرعة اتخاذ أوضاع دفاعية أو هجومية مفاجئة تتطلب انقباضات و انبساطات من المجموعات العضلية المشاركة وإلا أدى عدم تأهيل المجموعات العضلية للعمل إلى حدوث إصابات بالاليف العضلية.

ويلعب الإحماء Warm – up دورا هاما إلى جانب النغمة العضلية في تأهيل العضلات للعمل المحتمل القيام به أثناء الاداء الرياضي التخصصي.

ب- خاصية النغمة العضلية والحفاظ على درجة حرارة الجسم: وبيئة التفاعلات الأنزيمية – إلى جانب ما تقدم من أهمية للنغمة العضلية في تأهيل العضلات للعمل أو الجهد العضلي، فإن لها أهميتها في:

1- الحفاظ على درجة حرارة الجسم عن طريق الحرارة الناتجة عن الانقباضات العضلية البسيطة المتبادلة بين الألياف.

2- وإلى جانب ذلك توفر للجسم بيئة حرارية مناسبة للأعضاء الحيوية vital organs والتفاعلات الأنزيمية Enzymatic Reactions التي يحتاج اليها الجسم في مختلف عملياته الكيميائية.

3- خاصيتي النغمة العضلية وسرعة الاستجابة والجهد البدني:

إلى جانب أهمية النغمة العضلية تبرز أهمية خاصية سرعة الاستجابة، وهى قصر الفترة الزمنية اللازمة لتلبية متطلبات المواقف المختلفة، ويساعد التدريب الرياضي على تنمية هذه الخاصية، ومثال ذلك في البدء في رياضات عدو وسباحة المسافات القصيرة، وكذلك في المنازلات بأنواعها ومواقفها المختلفة، و الألعاب (القدم،السلة، الطائرة، اليد.... الخ).

4- خاصيتي الاستثارة والتوصيل والعلاقة بينهما وبين خاصية سرعة الاستجابة والجهد البدني:

بتوفر خاصيتي الاستثارة والتوصيل أى قابلية الاستجابة للمثيرات الكهربائية والكيميائية، وقدرة النسيج العضلي على نقل هذه المثيرات، يتوفر عنصران هاما بالنسبة للأنشطة الرياضية يكملها خاصية سرعة الاستجابة أو ما يدعى بسرعة رد الفعل Reaction ، ومثلها في الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين العين والقدم، ومثلها في التسجيل أو التمرير في كرة القدم، أو في المنازلات و الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين العين واليد، ومثلها التصويب والتمرير في كرة السلة وكرة اليد وغيرها من الرياضات، وكذا في الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين الأذن و المجموعات العضلية المستجيبة ومثلها البدء في رياضات السباحة ومسابقات العدو، إذ يترتب على سماع طلقة أو صفارة البدء الانطلاق السريع من على مكعبات البدء في السباحة ومن على خط البداية في العدو. كذلك يحقق التوافق فيما بين حاسة اللمس والمجموعات العضلية المستجيبة في رياضة المصارعة بنوعها الرومانية والحررة تحقيق خطفات سريعة وموفقة.

5- خاصية المرونة والجهد البدني:

تعمل خاصية المرونة بالنسيج العضلي أى التمدد والاستطالة على تنمية عناصرها من عناصر اللياقة البدنية وهو المرونة، ويعد هذه العنصر مطلباً هاماً جداً في الكثير من الرياضات إن لم يكن بشكل مباشر فبشكل مشترك ومثل هذه الرياضات الجمناز بكافة أجهزته، والتمرينات الإيقاعية، والبالية، والبالية المائي... الخ. ويتوفر هذا العنصر تتوفر للجهاز العضلي درجة من الأمان والحماية من التمزقات العضلية وما يشابه ذلك من الإصابات التي قد يسببها الاداء المفاجئ للمهارات كاستجابة لبعض المواقف أو المتطلبات في الاداء الحركي بالنشاط الرياضي التخصصي.

3- التغيرات المصاحبة للجهد البدني:

تنقسم هذه التغيرات على حسب نوع الممارسة الرياضية والمحافظة عليها فنجد أن هناك نوعان من التغيرات هما:

أولاً: تغيرات مؤقتة تحدث بعد وحده تدريبية واحدة
تتمثل هذه التغيرات فيما يلي:

- 1- زيادة تضخم الدم الوارد للعضلات العاملة بكثافة.
- 2- زيادة حجم أو محيط العضلات.
- 3- زيادة توتر العضلات العاملة في النشاط الرياضي
- 4- حدوث بعض التغيرات الكيميائية في العضلة
- 5- انخفاض مخزون العضلات من مركبات الطاقة

ثانياً: تغيرات دائمة تحدث بعد التدريب المستمر
موسم تدريبي وتتمثل هذه التغيرات فيما يلي:

1- التغيرات المورفولوجية " التشريحية:

وهذه التغيرات المورفولوجية تتمثل في الشكل التشريحي للعضلة وتتمثل فيما يلي

- 1- زيادة في حجم الجهاز العضلي
- 2- زيادة حجم الألياف العضلية نتيجة زيادة المقطع العضلي

3- زيادة حجم الألياف العضلية السريعة

4- زيادة كثافة الشعيرات الدموية

2- التغيرات الفسيولوجية:

1- زيادة عدد الألياف العاملة بالعضلة أو المجموعات العضلية المدربة.

2- زياده مساحة سطح الدورة الدموية، أى الشبكة الوعائية المغذية للعضلات الهيكلية بالأكسجين ومصادر إنتاج الطاقة.

3- زيادة عدد الألياف العصبية والنهايات الفرعية

المغذية للألياف العضلية.

4- زياده وزن العضلة والمقطع العرضي لها، أى حجم العضلة المدربة.

5- زيادة عدد أجسام الميتوكوندريا، وتناسب ذلك ونوع النشاط التخصصي.

6- الاحتفاظ بمخزون كبير من:

أ- طاقة الرابطة الفوسفاتية

ب- الجليكوجين اللازم لاعاده بناء ال ATP في التفاعلات الهوائية.

7- القدرة على إنتاج إنقباضات عضلية أقوى، وتكرار ذلك في زمن أقصر.

8- خفض حجم المقاومات الداخلية في العضلة (اللزوجة).

9- التغلب على المقاومات الخارجية ومثلها وزن الجسم أو الثقل أو المنافس.

10- سرعة التخلص من مخلفات العمليات الأيضية (التمثيل الغذائي).

3- التغيرات العصبية:

- تتلخص التغيرات العصبية المرتبطة بالجهاز العضلي فيما يلي:

- 1- زيادة تنشيط الجهاز العضلي.
- 2- تحسن تزامن Synchronization عمل الوحدات الحركية.
- 3- تخفيض ردود الأفعال المنعكسة التثبيطية.

4- التغيرات البيوكيميائية والبنائية:

- يؤدي الانتظام في برامج تدريبات التحمل إلى حدوث تغيرات بيوكيميائية و بنائية في الليفة العضلية وتشمل:

1- زيادة مصادر الطاقة الأساسية مثل ATP بنسبة 18% و الفوسفوكرياتين بنسبة 22% و الجليكوجين بنسبة 66%.

2- زياده إنزيمات الطاقة اللاهوائية عن طريق الجليكوجين مثل إنزيم Phos – phofructokinase (PFK).

3- تغيرات في نشاط إنزيمات تحويل ATP مثل مايوكينيز Myokinase والكرياتين فوسفو كرياتين Creatin Phosphokinase.

4- زياده بسيطة في نشاط إنزيمات دورة كريبس الهوائية.

5- عدم تغير نوعية الألياف العضلية.

6- نقص كثافة وحجم الميتوكوندريا نتيجة زيادة حجم اللويقات وحجم الساركوبلازم.

7- بعض التضخم في الألياف العضلية السريعة كما تظهر في زيادة نسبة الألياف السريعة إلى البطيئة.

5- التغيرات الانتريومترية:

- وتتمثل هذه التغيرات في القياسات العضلية مثل " طول العضلة - محيط العضلة..... وغيرها."

تأثير الجهد البدني على الألياف العضلية:

1- الألياف البطيئة:

- من الطبيعي أن تتميز الألياف البطيئة بمستوى عال من التحمل الهوائي، بمعنى زيادة مقدرتها على استهلاك أكبر قدر من الأكسجين في الدقيقة، ولذلك فهي أكثر فاعلية في إنتاج ATP كنتيجة أكسدة الكربوهيدرات والدهون، وبذلك تضمن عملية استمرار إنتاج الطاقة للمحافظة على قدرة الرياضي على الاداء لأطول فترة ممكنة، وهذا ما يطلق عليه التحمل العضلي Muscular Endurance، لذلك فهذه الألياف لديها مقدرة هوائية عالية، لذلك فهي الألياف العاملة الأساسية في الأنشطة الطويلة مثل المارثون والسباحة الطويلة.

2- الألياف السريعة:

- تختلف الألياف العضلية السريعة بضعف نسبي للتحمل الهوائي وهي أكثر تجهيزا للاداء الهوائي (بدون الأكسجين)، ومعنى هذا أن ATP يتكون من خلال الأساليب غير الأكسوجينية، وهذه الألياف أكثر قوة ولكنها أسرع تعباً وأقل تحملاً، وهي الألياف السائد استخدامها في الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية والتي تحتاج إلى تحمل السرعة مثل جرى الميل أو 400 متر، وتستخدم في أنشطة السرعة القصوى مثل 100 متر عدو، و50 متراً سباحة.

هل يمكن تغيير نوع الألياف العضلية ؟

- ظل هذا السؤال محيراً للعلماء لفترة طويلة، وجاءت نتائج الدراسات متناقضة في كثير من الحالات، غير أنه مع تطور أساليب البحث العلمي لوحظ إمكانية تغيير بعض الألياف تحت تأثير تدريبات التحمل وتدريب القوة وهي النوع الثاني (ب) وهي الألياف السريعة الثانية تتغير إلى النوع الأول وهو الألياف البطيئة وذلك تحت تأثير تدريبات التحمل، وكمثال آخر فإن تدريبات المقاومة تؤدي إلى إنقاص النسبة المئوية للألياف من النوع الثاني (ب) وهي الألياف السريعة الثانية وتزيد الألياف السريعة الأولى (أ) أي تزيد سرعتها، ومعنى ذلك أن

تأثير نوعية التدريب يغير من طبيعة نسبة قليلة للألياف، ولذلك يجب على المدرب أن يحذر عند تدريب متسابق العدو أن السرعة بصفة خاصة تقل نتيجة زيادة حجم تدريبات التحمل، حيث أن هذه الزيادة تفقدهم عنصر السرعة. وهذا ما يفسر انخفاض سرعة السباحين حينما يندمجون في أداء برنامج تدريبي للتحمل أو خلال الموسم التدريبي، كذلك يفسر التأثير العكسي في بعض الأحيان لزيادة حجم تدريبات المقاومة، وكما هو يلاحظ أن بطبيعة الحال فإن الألياف الأكثر سرعة وهي النوع الثاني (ب) لا تتغير مباشرة إلى الألياف البطيئة وهي النوع الأول ولكنها مرحلة ممهدة تتغير إلى النوع الثاني (أ) وهي النوع السريع الأقل درجة.

التكيفات الفسيولوجية:

1- ارتفاع معدل سرعة الاستجابة (الانقباض والانبساط) وتناسب ذلك وحجم المثير الحركي في نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس.

2- ارتفاع معدل العمليات الأيضية (أكسدة المواد الغذائية وإطلاق الطاقة).

3- ارتفاع معدل التبادل الغازي بالرئتين بالتنفس الخارجي External Respiration ، وبالانسج

العضلي الارادى (التنفس الخلوي.. Cellular R.)

4- استمرار إعادة بناء جزيئات ال ATP غير المحدد بعدد أو زمن.

5- ارتفاع مستوى الفعالية الميكانيكية، مما يحقق الاقتصاد في معدلات الطاقة المستهلكة، وكذا في الأكسجين المستهلك.

6- الاستمرار في العمل لفترات زمنية أطول دون الوصول إلى حد التعب.

7- سرعة التخلص من الحرارة الزائدة عن حاجة الجسم والعضلات، وكذلك بيئة التفاعلات الأنزيمية

Enzymatic Reactions.

8- سرعة العودة إلى الحالة الطبيعية Normal Case بنهاية النشاط.

الأستاذ: بن شعيب أحمد