

التأثيرات الوظيفية للتدريب الرياضي على القابلية العضلية :

ا.م.د شيماء محمد ابوزيد

1. التأثيرات الوظيفية للقوة العضلية: هناك عدد من التأثيرات الوظيفية تحدث كنتيجة لتدريبات القوة العضلية ، منها ما هو مؤقت ومنها ما هو مستمر، والتأثيرات المؤقتة هي تلك الاستجابات الفسيولوجية المباشرة التي تنتج عن أداء تدريبات القوة العضلية والتي سرعان ما تختفي بعد أداء العمل العضلي بفترة كالزيادة المؤقتة في حجم الدم المدفوع من القلب وتغير سرعة سريانه.

أما بالنسبة للتأثيرات الفسيولوجية المستمرة فالمقصود بها هو ما يطلق عليه مصطلح التكيف والتأثيرات المستمرة التي تحدث غالبا في الجهاز العصبي وفي العضلة نفسها ويمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع مورفولوجية، أنثربومترية، بيوكيميائية عصبية. أ. التأثيرات المورفولوجية: تؤدي تدريبات القوة العضلية إلى حدوث بعض التغيرات المورفولوجية (الشكلية) في جسم اللاعب وأهم هذه التغيرات ما يأتي:

اولا- زيادة المقطع الفسيولوجي للعضلة: ويقصد به مجموع كل ألياف العضلة الواحدة ويرجع سبب زيادة المقطع الفسيولوجي للعضلة إلى عاملين: أحدهما يطلق عليه مصطلح زيادة الألياف والآخر يطلق عليه مصطلح تضخم الليفة ويختلف العلماء حول أسباب نمو العضلة وزيادة مساحة مقطعها الفسيولوجي بين اتجاهين فيرى البعض أن هذا التغير يحدث نتيجة لزيادة عدد الألياف بالعضلة الواحدة حيث لوحظ ذلك بالنسبة للاعبين رفع الأثقال وكمال الأجسام بينما يؤكد الرأي الآخر على أن عدد الألياف العضلية يتحدد في كل عضلة وراثيا ولا يتغير مدى الحياة وأن نمو العضلة يحدث عن طريق زيادة محتوى الليفة العضلية من المكونات التالية:

- (1) زيادة عدد وحجم اللويقات العضلية بكل ليفة.
 - (2) زيادة حجم المكونات الانقباضية وخاصة خيوط المايوسين.
 - (3) زيادة كثافة الشعيرات الدموية بكل ليفة عضلية.
 - (4) زيادة كميات الأنسجة بشكل عام وزيادة قوة الأنسجة الضامة والأوتار والأربطة.
- وتتراوح قوة السننيمتر المربع الواحد من مساحة المقطع الفسيولوجي للعضلة ما بين 4-8 كيلوغرام، ويتأثر حجم المقطع الفسيولوجي بطبيعة تدريبات القوة العضلية فتدريبات القوة العظمى تؤدي إلى زيادة المقطع على حساب زيادة عدد اللويقات ومحتوياتها الانقباضية كالأكتين والمايوسين بما يحتويه هذا الجدار من شعيرات دموية ومايوكلوبين ومايتوكوندريا لتوفير عمليات إنتاج الطاقة اللازمة لعمل العضلة لفترة أطول نسبي.
- ثانياً- زيادة حجم الألياف العضلية السريعة: يزيد حجم الألياف العضلية السريعة أكثر منه بالنسبة للألياف العضلية البطيئة تحت تأثير تدريبات القوة العضلية، وترتبط زيادة الحجم تبعاً لنوعية التدريب فكلما كانت شدة التدريب مرتفعة مع عدد تكرارات أقل زادت ضخامة الألياف السريعة. أن لاعبي رفع الأثقال يتميزون بضخامة الألياف العضلية السريعة تحت تأثير نوعية التدريبات الخاصة بهم بينما يزيد تضخم الألياف العضلية البطيئة لدى لاعبي كمال الأجسام لاستخدامهم شدة أقل وعدد أكبر من التكرارات عند أداء جرعاتهم التدريبية.

ثالثاً- زيادة كثافة الشعيرات الدموية: تقل كثافة الشعيرات الدموية للألياف العضلية تحت تأثير تدريبات الشدة العالية ذات التكرارات القليلة (لاعبي رفع الأثقال) وعلى العكس من ذلك بالنسبة للاعبي كمال الأجسام حيث تزداد لديهم كثافة الشعيرات الدموية، مما يسمح للعضلة بالقدرة على الاستمرار في العمل العضلي فترة طويلة مع توافر ما يحتاجه من مواد الطاقة، هذا وتسمح فترات الراحة القصيرة للاعبي رفع الأثقال بالتخلص من حامض اللاكتيك المتراكم

بالعضلات العاملة.

رابعاً- زيادة حجم وقوة الأوتار والأربطة: تحدث زيادة حجم وقوة الأوتار والأربطة تحت تأثير تدريبات القوة كنوع من التكيف لحمايتها من الضرر الواقع عليها نتيجة زيادة قوة الشد وهذا التغير يعمل على وقاية الأربطة والأوتار من التمزقات ويسمح للعضلة بإنتاج انقباض عضلي أقوى.

ب. التأثيرات الأنثروبومترية: تتلخص معظم التأثيرات الأنثروبومترية لتدريبات القوة العضلية في حدوث بعض التغيرات في تركيب الجسم وتتركز معظمها في مكونين أساسيين هما: كتلة الجسم بدون الدهون ووزن الدهون بالجسم والمكونان معا يشكلان الوزن الكلي للجسم، فمثلاً إذا كان وزن شخص ما هو 100 كيلوجرام، وكانت نسبة الدهون بجسمه تعادل 20% من وزن الجسم يكون

وزن	الدهن	بالجسم	=	20	كيلوجرام
وزن	الجسم	بدون دهون	=	100 - 20	كيلوجرام
فالمجموع = 100 كيلوجرام هو الوزن الكلي .					

ويعمل برنامج تنمية القوة العضلية على زيادة الجسم بدون الدهون ونقص نسبة الدهون بالجسم، وقد لا تحدث زيادة ملحوظة في الوزن الكلي للجسم. ج. التأثيرات البيوكيميائية: وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في تحسين عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، وكذلك الهوائية بنسبة أقل ويرتبط بذلك زيادة نشاط الأنزيمات الخاصة بإطلاق الفوسفات (ATP) والفوسفوكرياتين (PC) والاستجابات الهرمونية وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في النقاط التالية:

اولاً- زيادة مخزون العضلة من مصادر الطاقة الكيميائية: يزيد مخزون الطاقة من (ATP) و (PC) وهي المصادر الكيميائية لإنتاج الطاقة السريعة دون الحاجة إلى

الأوكسجين، وتشير النتائج إلى زيادة الفوسفوكرياتين بنسبة 22% والادينوسين ثلاثي الفوسفات بنسبة 18% نتيجة برنامج تدريبي لفترة خمسة أشهر.

ثانياً- زيادة مخزون الكلايوجين: تحتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية إلى تكسير الكلايوجين لإنتاج الطاقة وتؤدي تدريبات القوة إلى زيادة مخزون العضلة من الكلايوجين.

ثالثاً- زيادة نشاط الأنزيمات: تعمل الإنزيمات كمفتاح لحدوث التفاعلات الكيميائية اللازمة لإنتاج الطاقة وبدون نشاطها لا تحدث التفاعلات الكيميائية ولكل إنزيم وظيفته الخاصة ويزداد نشاط هذه الإنزيمات تحت تأثير تدريبات القوة العضلية لتكون عاملاً أساسياً في تحرر الطاقة اللازمة لحدوث الانقباض العضلي حيث أثبتت الدراسات أن زيادة نشاط إنزيمات إنتاج الطاقة اللاهوائية الخاصة بالمركبات الكيميائية (ATP) و (PC) ، وكذلك

إنزيمات إنتاج الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك مثل إنزيم فوسفوفوكتوكاينيز وإنزيم لاكتات ديهيدروجينيز غير أن هذه التغيرات ترتبط أساساً بنوعية التدريب وطبيعة تشكيل الحمل من الشدة والحجم وفترات الراحة.

رابعاً- استجابة الهرمونات: ترتبط الهرمونات بجميع وظائف الجسم وتعمل على تنظيمها وقد ركزت معظم الدراسات على علاقة هرموني التستوستيرون وهرمون النمو بالتضخم العضلي واكتساب القوة، وتشير نتائج هذه الدراسات إلى ملاحظة زيادة هرمون التستوستيرون بعد تدريبات الأثقال وخاصة لدى الرجال، وقد يكون ذلك أحد أسباب القوة لدى الرجال مقارنة بالسيدات غير أن دور هذا الهرمون وتأثيره ما زال يحتاج إلى مزيد من البحث والدراسة ويرتبط نمو الأنسجة العضلية بهرمون النمو لدوره المهم في العملية البنائية، وقد لوحظ زيادته نتيجة أداء تدريبات القوة.

د. التأثيرات العصبية: تعد التأثيرات المرتبطة بالجهاز العصبي من أهم التأثيرات المرتبطة

بنمو القوة، وقد تكون هي التفسير لزيادة القوة العضلية بالرغم من عدم زيادة حجم العضلة، كما أنها قد تفوق في تطورها الزيادة التي تحدث في حجم العضلات ويمكن تلخيص هذه التأثيرات فيما يلي:

اولاً- تحسين السيطرة العصبية على العضلة: يظهر ذلك في إمكانية إنتاج مقدار أكبر من القوة مع انخفاض في النشاط العصبي، كما يظهر من خلال دراسات رسم العضلات الكهربائي وبالتالي إذا ما ارتفع مستوى النشاط العصبي زاد تبعاً لذلك تعبئة عدد أكبر من الألياف العضلية للمشاركة في الانقباض العضلي وزيادة القوة العضلية.

ثانياً- زيادة تعبئة الوحدات الحركية: ترتبط القوة الناتجة عن الانقباض العضلي بمقدار الوحدات الحركية المشاركة في هذا الانقباض، وتحت تأثير تدريبات القوة تزداد قدرة الجهاز العصبي على تجنيد عدد أكبر من الوحدات الحركية للمشاركة في الانقباض العضلي، وبذلك تزيد القوة العضلية مع ملاحظة أن تجنيد جميع الوحدات الحركية بالعضلة لا يمكن أن يقوم به الجهاز العصبي وتبقى دائماً بعض الوحدات الحركية بصفة احتياطية لا تشترك في الانقباض العضلي وتزداد درجة اشتراك البعض منها تبعاً لزيادة درجة المثير للجهاز العصبي، ولذلك تزداد القوة العضلية الإرادية عند سماع طلق ناري أو سماع صياح مفاجئ بصوت عال.

ثالثاً- زيادة تزامن توقيت عمل الوحدات الحركية: ويعني ذلك أن الوحدات الحركية تختلف في سرعة استجابات أليافها للانقباض العضلي حيث لا يظهر التزامن في عملها في البداية تحت تأثير التدريب فتقترب توقيتات استجاباتها لتعمل معاً في توقيت موحد بقدر الإمكان، ولهذا تأثيره على زيادة إنتاج القوة العضلية.

رابعاً- تقليل العمليات الوقائية للانقباض: تعمل العضلة على حماية نفسها من التعرض لمزيد من المقاومة أو الشد الذي يقع عليها نتيجة زيادة قوة الانقباض العضلي بدرجة لا

تتحملها الأوتار والأربطة وذلك عن طريق رد فعل عكسي للعضلة من خلال الأعضاء الحسية الموجودة بالأوتار مثل أعضاء كولجي التوترية التي تعمل على تقليل استثارة الوحدات الحركية لتقل قوة الانقباض العضلي، وذلك لحماية الأوتار والأربطة وتظهر مقاومة الأعضاء الحسية بصورة أكبر لتقلل من مستوى القوة الناتجة عند استخدام كلا الطرفين معا حيث وجد أن مقدار القوة الناتجة عن انقباض عضلات الرجلين معا يكون أقل من مجموع القوة الناتجة عن كل رجل على حدة. وقد أطلق على هذا الفرق مصطلح (العجز الثنائي) والتدريب باستخدام كلا الطرفين يساعد على تقليل هذا العجز.

هـ. تأثيرات الجهاز الدوري: تؤدي تدريبات القوة العضلية إلى حدوث بعض التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية للجهاز الدوري حيث تبين أن لاعبي القوة تتميز عضلة القلب لديهم بزيادة سمك الجدار عن الأشخاص العاديين مع تجويف بطني قي الحدود العادية ويرجع ذلك إلى طبيعة عمل القلب في تلك الرياضات التي تحتاج إلى زيادة قوة دفع الدم لمواجهة ارتفاع مستوى ضغط الدم أثناء التدريب.

ويرتفع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تحت تأثير تدريبات القوة العضلية وخاصة عند استخدام نظام التدريب الدائري غير أن هذه الزيادة لا تعادل ما يمكن تحقيقه عن طريق برامج تدريبات التحمل .

2. التأثيرات الفسيولوجية للتحمل العضلي:

يؤدي التدريب الرياضي بهدف تنمية التحمل إلى حدوث عملية التكيف على أداء أعمال بدنية بدرجة معينة من القوة لفترة أطول في مواجهة الإحساس بالتعب، ويتطلب ذلك حدوث بعض التأثيرات الفسيولوجية والكيميائية والعصبية، وتتلخص معظم هذه التأثيرات في اتجاهين: أحدهما يرتبط بالجهاز العصبي وثانيهما يرتبط بتحسين نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية والهوائية.

أ. التغيرات العصبية: نظرا لاستخدام شدات منخفضة نسبيا لتدريب التحمل العضلي فإن العضلة لا تعمل بالجزء الأكبر من أليافها العضلية ويبقى دائما هناك جزء لا يشترك في الانقباض العضلي، ويتحكم في تنظيم ذلك الجهاز العصبي المركزي من خلال ارتباط الألياف العضلية به عن طريق الوحدات الحركية، حيث تقوم الوحدات الحركية بتناوب العمل فيما بينها فتعمل بعض الوحدات الحركية حتى مرحلة التعب ثم تتناوب عنها مجموعة أخرى وهكذا، وبهذه الطريقة يستمر العمل العضلي لأطول فترة ممكنة، وبالتدريب المنتظم تتحسن عمليات التوافق العصبي العضلي بما يحقق تنظيم عمل الوحدات الحركية ودقة تقدير المقاومة التي تواجهها العضلة وتعبئة العدد المناسب من الوحدات الحركية التي تشارك في الانقباض العضلي.

ب . تحسن التحمل اللاهوائي للعضلة: ويعني ذلك قدرة العضلة على العمل ذي الشدة القصوى لأطول فترة ممكنة في مواجهة التعب حتى دقيقتين، وقد يكون العمل العضلي ثابتا أو متحركا، ويظهر العمل العضلي الثابت عند اتخاذ أوضاع ثابتة في الجمباز (زاوية أو ارتكاز على المتوازي، تعلق في وضع التقاطع على الحلق) والعمل المتحرك يظهر في العدو مسافات متوسطة أو قصيرة.

والمشكلة الرئيسية التي تواجهها العضلة في هذا النوع من الأداء تتمثل في نقص الأوكسجين الوارد إليها وعدم كفايته لإنتاج الطاقة المطلوبة بسرعة، وهذا يؤدي إلى الاعتماد على إنتاج الطاقة اللاهوائية وزيادة نسبة تركيز حامض اللاكتيك في العضلة مما يسبب سرعة الإحساس بالتعب العضلي، ومع التدريب المستمر تتحسن كفاءة العضلة في التحمل وذلك بواسطة ثلاث طرق هي:

ج. تقليل معدل تجمع حامض اللاكتيك: ويتم ذلك عن طريق تحسين عمليات استهلاك الأوكسجين بالعضلة مما يؤدي إلى زيادة عمليات أكسدة حامض البيروفيك وتحوله إلى

حامض اللاكتيك بالليفة العضلية.

د. زيادة التخلص من حامض اللاكتيك: تتحسن عمليات التخلص من حامض اللاكتيك عن طريق انتشاره من الخلايا العضلية العاملة إلى الدم والعضلات الأخرى غير العاملة والقلب، ويساعد في ذلك عمل الجهاز الدوري. هـ. زيادة تحمل اللاكتيك: عند زيادة حامض اللاكتيك بالرغم من مقاومة العضلة لذلك سواء بزيادة استهلاك الأكسجين أو بالتخلص من حامض اللاكتيك عن طريق انتشاره، فإن اللاعب يشعر بالألم في العضلة، ولكن بزيادة التدريب والدوافع تتحسن قدرة اللاعب على تحمل هذا الألم ويستطيع الاستمرار في الأداء بالرغم من شعوره بذلك.

3. تحسن التحمل الهوائي بالعضلة: ويعني ذلك زيادة قدرة العضلة على العمل العضلي ذي الشدة المعتدلة لفترة طويلة اعتمادا على إنتاج الطاقة الهوائية باستهلاك الأوكسجين، وهذا يرجع إلى كفاءة العضلة والأجهزة المسؤولة عن توصيل الأكسجين لها، كما يلي:

أ- تتحسن كفاءة الألياف العضلية البطيئة بزيادة كمية المايوجلوبيين الذي يقوم بمهمة نقل الأوكسجين داخل الليفة العضلية إلى الماييتوكندريا لاستهلاكه، وزيادة عدد الماييتوكندريا نفسها وهي بيوت إنتاج الطاقة داخل الليفة العضلية، وكذلك زيادة انتشار الأوكسجين وسرعة التخلص من مخلفات التمثيل الغذائي.

ب- تحسن عمل الأجهزة الموصلة للأوكسجين كالجهاز التنفسي والجهاز الدوري وزيادة كفاءة الدم. بحيث يمكن توفير كميات أكبر من الأوكسجين للعضلة وتخليصها من مخلفات التعب العضلي.

ونتيجة تدريب التحمل يقل تركيز الكلوكوز في الدم (نتيجة ازدياد عملية استهلاك الطاقة) وزيادة الدين الأوكسجيني وتغيير نسبة حامضية الدم. فكمية الدم التي يدفعها قلب

الرياضي أثناء التحمل في كل ضربة تصل إلى ثلاثة أمثال ما يدفعه قلب الغير رياضي الذي يضطر لرفع عدد ضربات القلب للوصول إلى الكمية التي يحتاج إليها الجسم خلال الحمل، وإن سبب قلة حجم الدم في كل ضربة يكون نتيجة صغر حجم القلب قياسا بحجم قلب الرياضي أثناء التحمل.

كما يؤثر تدريب التحمل على ضغط الدم حيث يختلف الفرق بين الضغط الانقباضي الذي يرتفع عن معدله، وبين الضغط الانبساطي الذي ينخفض عن معدله، وهو يتراوح عند الرياضيين الذين يزاولون فعاليات التحمل بين 105 - 130 للانقباض وبين 60 - 89 للانبساط.

كما تحدث تغيرات فسيولوجية على الجهاز التنفسي، وتعد تغيرات وظيفية إيجابية مثل نمو عضلات الصدر، وزيادة مسطح الرئتين، وتطوير حجمها مما يؤدي إلى عمق التنفس، وكفاية في عضلات الصدر التي تؤدي إلى اتساع القفص الصدري وتحسينه، ويزيد من عملية تبادل الغازات بين الدم والحوصلات الهوائية والاقتصادية في حركات التنفس بسبب زيادة السعة الحيوية، والذي يؤدي إلى زيادة قدرة الجسم على التهوية الرئوية القصوى. فالتحمل مهما يكن نوعه ودرجته سوف يؤدي إلى زيادة معدل التنفس لدى الرياضي.

4. التأثيرات الفسيولوجية للمرونة:

يجب أن يكون الهدف الأساسي لتدريبات المرونة هو التأثير على تحسين مطاطية العضلات والأوتار والأنسجة الضامة المحيطة بالمفاصل، وهي الأجزاء الأكثر تأثرا بالتدريب، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن تحقيق المرونة المثلى يتميز بالوصول إلى درجة تزيد عن المقدار الذي يتم خلاله المدى الحركي خلال المنافسة، وهذا المدى الزائد يطلق عليه احتياطي المرونة، وهذا الموضوع يحمل مفهوما آخر هو أن تنمية المرونة يجب أن تكون في حدود معينة وليس إلى ما لا نهاية مثلما نلاحظ ذلك في حالة قدرة شخص ما على أداء

حركات غير طبيعية للمفاصل تزيد بكثير عن الحد الطبيعي المناسب للمدى الحركي، حيث إن ذلك يعني تحقيق حالة غير مرغوب فيها وهي حالة زيادة الحركية التي تعني زيادة مرونة المفاصل أكثر من المدى الفسيولوجي الذي يجعل المفصل عرضة فيما بعد لحدوث تغيرات سلبية تمنع سريان الدم المحمل بالأكسجين حول المفصل وتفكك الأربطة والمحافظة التي تحيط به.

إن انخفاض درجة المرونة يؤدي إلى ضعف في الأداء أو نقص في أداء المهارة نتيجة استهلاك العضلات للطاقة أكثر من اللازم مما يؤدي بإحساس العضلة بالتعب وإصابتها بالشد العضلي أو التمزق.

ومن مميزات اكتساب المرونة وبدرجة عالية أنها تؤدي إلى تقليل احتمالات الإصابات العضلية والعظمية وزيادة مقاومة العضلات للالتهابات الناتجة عن عدم الاستخدام المستمر للعضلات في حركات مثل الرقود واللف والتمدد.

عموما تنخفض درجة المرونة لدى الأشخاص غير الرياضيين مقارنة بالأشخاص الرياضيين وذلك بسبب عدم تدريب العضلات على الإطالة وبقائها ثابتة لمدة طويلة، لدرجة أنه حتى الرياضي إذا انقطع عن التدريب فإنه يفقد المرونة بسرعة ولهذا يجب على الرياضي التدريب لتنمية عنصر المرونة دائما لأن أسلوب الحياة والعادات الصحية السيئة مثل الخمول والجلوس غير الصحي والوقوف منتصبا لفترة طويلة من الزمن جميعها لها تأثير على تقصير طول العضلات والأوتار العضلية وهذه تعتبر كافية في تعرض الجسم لإصابات أسفل الظهر وعدم التوازن الطبيعي بين كل عضلتين متجاورتين وبذلك يضعف الأداء الحركي بينهما.

أسئلة المحاضرة :

1. ما هي التأثيرات الوظيفية للقوة العضلية؟
2. ما هي التأثيرات الفسيولوجية للمرونة؟
3. ما هي التأثيرات الفسيولوجية للمرونة؟
4. بين التأثيرات المرتبطة بالجهاز العصبي من أهم التأثيرات المرتبطة بنمو القوة.

5. ما هي التأثيرات البيوكيميائية في تحسين عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، والهوائية؟