الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المسيلة

معهد العلوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

قسم التدريب الرياضي

السنة الثانية ليسانس

السداسي : الثاني المقياس: فيزيولوجيا الجهد البدني

المحاضرة 4

التكيفات الفيزيولوجية للجهاز العضلي تحت تأثير التدريب الرياضي

من أنجاز و تقديم

الأستاذ : حمادو بشير

الجهاز العضليLe System Musculaire

فسيولوجيا العضلات :

1- تعتبر العضلات الوسائل القادرة على لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية.

2- العضلات تستجيب للتغيرات في المحيط الخارجي وبذلك يتلائم الجسم بحركتها او حركة عضو من اعضائه للظروف الخارجية.

3- الفعاليات الحيوية تعتمد على التقلص العضلي مثل نبض القلب وحركة الامعاء وتقلص وانبساط الاوعية الدموية وغيرها .

4- تتكون العضلة من الياف وخلايا .

توجد ثلاثة انواع رئيسية من العضلات هي :

1- **العضلات المساء Smooth muscle:** هي عضلات حشوية Visceral غير مخططه unstriated ولا أردية Unroluntaryوتتميز بما يلي :

2- الياف مغزلية تحوي نواة مركزية .

3- خالية من التخطيطات العرضية الا انها تحوي تخطيطات طولية غير واضحة .

4- لا ادرية ومزودة بالياف عصبية ذاتية ودية ونظير الودية

5- تعد الاقل تخصصا Least specialazied

6- لها ايقاعات بطيئة تقلصية وانبساطية .

2- العضلات القلبية Heart muscles: وهي عضلات لا ارادية تكون جدران القلب وتمتاز بما يلي :

1- خلاياها حاوية على تخطيطات طولية وعرضية مندمجة مع بعضها البعض مكونه ما يعرف بالمندمج Syncytium .

2- لا ارداية مزودة بالياف عصبية من الجهاز العصبي الذاتي .

3- اكثر تخصصا من العضلات الملساء

4- تظهر إيقاعات سريعة تقلصيه وانبساطية تنتشر خلال جميع كتلة العضلات .

3- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles: وهي عضلات مخططه Striped or Striated وارادية Voluntary وتمتاز بما يلي :

1- اليافها اسطوانية متعدد الانوية .

2- عضلات قوية وتتصل بالعظام .

3- مزودة بالياف عصبية جسمية Somatic nerve fibers .

4- تعد الاكثر تخصصا بين العضلات .

5- لها ايقاعات سريعة وقوية وتوجد في الساق والراس وبقية اجزاء الجسم الحاوية على عظام.

الالياف العضلية Muscular Fibers:

يتكون الليف العضلي من اندماج عدد كبيرمن الخلايا العضلية لذلك فانه يحوي عدد كبير من النوى ، ويحيط بالليف العضلي غشاء رقيق يعرف بالساركوليما Scrolemma ويكون بمادة هلامية تعرف الساركوبلازم Sarcoplasm وتوجد في السايتوبلازم الالاف من التراكيب الخيطية التي يمكن رؤيتها بالمجهر بسهولة وتعرف بالليفات العضلية Myofibrils.

تكون الالياف العضلية مجهزة بعصب مختلط مؤلف من الياف عصبية حسية وحركية ويكون اتصال نهايات الالياف العصبية مع اغشية الالياف العضلية بواسطة تركيب خاص يعرف بالاندماج العضلي – الليفي Myoneural junction ويتصل الليف العصبي الواحد بواسطة تفرعات محورة بعدد كبير من الالياف العضلية وتعرف هذه بالوحدة الحركية Motor unit.

الوحدة الحركية :

هي الوحدة الوظيفية في العضلة تمثل مجمل فعاليات وحدتها الحركية ويترواح عدد الالياف العضلية في الحركية ما بين 5-200 ليف عضلي ، ويوجد في جسم الانسان حوالي 600 عضلة.

بروتينات الالياف العضلية :-

تحتوي الالياف العضلية اضافة الى المواد البروتينية التي تحتويها معظم الخلايا الاخرى على بروتينات خاصة هي : -

1- بروتين المايوسين Myosin ويوجد باتحاد مع عنصر المغنسيوم ++Mg كما تتحد به جزيئات الـ ATPالخاصة بالليف العضلي.

2- بروتين الاكتين Actin ويوجد هذا البروتين باتحاد مع عنصر الكالسيوم ++Ca

مصادر الطاقة اللازمة للتقلص العضلي :-

1- الكلايكوجين ونسبته 1% .

2- فوسفات الكرياتين ونسبته 0.5 %

3- ثالث فوسفات الادينوسين ATP ونسبته 0.025 % .

أنواع التقلص العضلي Muscle contraction

تترتب العضلات الجسمية عادة بطرق بحيث تكون مجموعات متضادة الافعال Antagonistic actions فيما بينها وتصنف العضلات تبعا لنوع الحركة التي تحدثها الى عضلات مقلصة واخرى باسطة وعضلات مقربه واخرى مبعده وعضلات خافضه او رافعة او دوارة .

ويوجد نوعان للتقلص العضلي هما :

1- التقلص متساوي الطول Isometric contraction :وفيه لايحدث تغيير في طول العضلة وانما يزداد الضغط او التوتر بداخلها كما هو الحال عند فشل العضلة في رفع ثقل معين .

2- التقلص متساوي التوتر Isotonic contraction : ويحدث تغيير في طول العضلة بينما الضغط او التوتر على حالة بداخلها .

اليه التقلص العضلي Mechanism of muscle – contraction :

من الخصائص المعروفة للالياف العضلية الهيكلية هو انها تتميز بوجود اقراص باهته واخرى معتمة بالتبادل وتعرف المناطق الباهته بالمناطق المتجانسه او (I – band) لانها شفافه وذات انكسار ثنائي ضعيف فتسمح بمرور الضوء .

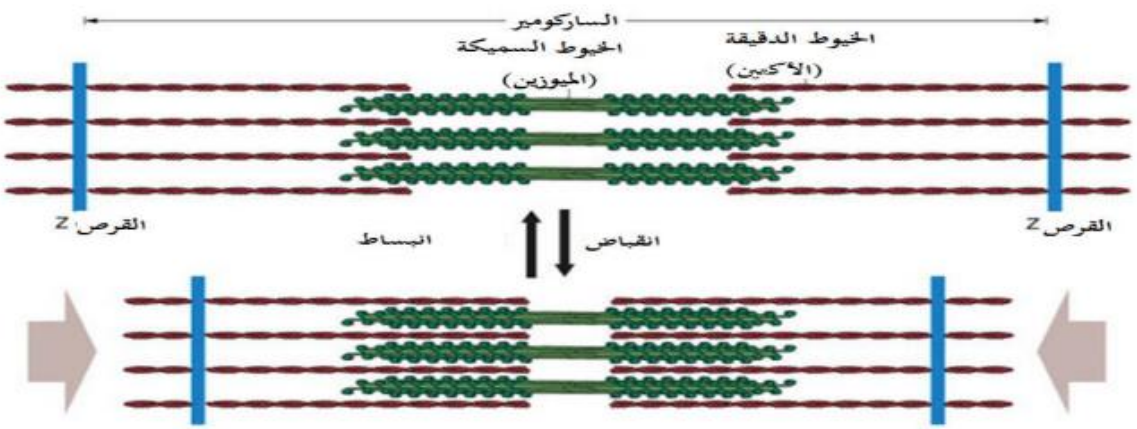
وتعرف المناطق المعتمة بالمناطق غير المتجانسة او شريط (A – band) لانها ذات انكسار ثنائي حاد ولا تسمح بمرور الضوء.

يمر في منتصف كل شريط I خط داكن ويعرف Z-line ف حين يمر في كل شريط A خط باهت H-line ويطلق على الجزء الممتد بين كل خطين Z متتابعين بالقطعة العضلية Sarrcomere.

يتكون عند اتحاد الاكتين والميوسين مركب الاكتومايوسين Actomyosin الذي يتقلص في وجود ايونات البوتاسيوم والادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP ، ولوحظ عند انقباض الليف العضلي ان الشريط I يقصر طوله في حين يبقى شريط A ثابتا وادى ذلك الى وضع العالم هوكسلي Houxley فرضية تعرف بفرضية الخيوط المنزلقة Sliding-Filament hypothesis تعمل على تفسير ميكانيكية التقلص العضلي وتقضي هذه الفرضية بان كل ليف عضلي يحوي نوعين من الخيوط هما :

1- خيوط رفيعة من الاكتين توجد في شريط I وتمتد الى الشريط A وتكون نهايتها غير مقابلة للجزء المتوسط من شريط I وانما تترك مسافة فيما بينها تمثل المنطقة H .

2- خيوط سميكة من مادة الميوسين توجد في شريط A فقط فعند نقباض القطعة العضلية يقل طول الشريط I ويظل A ثابتا وذلك لان خيوط الاكتين الرفيعة ينزلق مقتربة من بعضها البعض حتى تلتقي في المنطقة H ولذا تختفي هذه المنطقة في العضلة المنقبضة . وعند ازدياد معدل الانقباض تستمر خيوط الاكتين في الانزلاق حتى تتداخل مع بعضها البعض وعندئذ تغدو المنطقة H معتمة ومن هذا يتضح بانه على الرغم من التقلص العضلي الا ان طول الخيوط فيها لا يتغير فهي تنزلق فقط وتتداخل بين بعضها البعض. تخضع جميع العضلات لقانون الكل او اللاشئ أي انها اما تنقبض بكامل قوتها او لاتنقبض على الاطلاق .



التأثيرات الفسيولوجية لتدريبات التحمل العضلي:

وفقاً لاستعمال تدريبات متنوعة في الشدة ومنخفضة لتدريب التحمل، فإنها لا تشارك بالجزء الأكبر من أليافها العضلية، ويبقى هناك جزء لا يكون مشارك في الانقباض العضلي، كما يتحكم في تنظيم ذلك الشيء الجهاز العصبي المركزي عن طريق ارتباط الألياف العضلية به من خلال الوحدات الحركية، حيث تعمل الوحدات الحركية بالتتالي فيما بينها، حيث تعمل بعض الوحدات الحركية للوصول إلى مرحلة التعب، ثم تعمل عنها مجموعة عضلية أخرى.

وبهذه الطريقة يستمر العمل العضلي لأطول فترة ممكنة، ومن خلال التدريب المنتظم فإن عمليات التوافق العضلي تتحسن بشكل ملحوظ، وذلك بشكل يسمح له بتنظيم عمل الوحدات ولمواجهة المقاومة الواقعة على العضلات، ومن أجل تعبئة العدد المناسب من الوحدات التي تشارك في عملية الانقباض.

1. تحسن تحمل اللاهوائي للعضلة

تعرف بقدرة العضلة على أداء النشاط البدني ذو الشدة العالية لأطول مدة زمنية ممكنة في مواجهة التعب لمدة دقيقتين، والمشكلة الأساسية التي تواجهها العضلة في هذا النوع من الأداء تتمثل في نقص كمية الأكسجين الواصلة إليها، وعدم كفايته من أجل إنتاج الطاقة المطلوبة منه بالسرعة المطوبة، وهذا الشيء يؤدي إلى الاعتماد على إنتاج الطاقة اللاهوائية وارتفاع تركيز حامض اللاكتيك في العضلة؛ مما يسبب سرعة الإحساس بالتعب العضلي، ومع التدريب المتكرر تتحسن كفاءة العضلة في التحمل من خلال ثلاثة أشكال:

تقليل معدل تجمع حامض اللاكتيك

ويتم ذلك من خلال تحسن كفاءة استهلاك الأكسجين؛ مما ينتج عنه زيادة عمليات أكسدة حامض البيروفيك (Pyruvic) وبالتالي تحوله إلى حامض اللاكتيك بالليفة العضلية.

2. زيادة التخلص من حامض اللاكتيك

تتحسن كفاءة التخلص من حامض اللاكتيك من خلال سريانه من الخلايا العضلية المشاركة بالأداء إلى الدم والعضلات الأخرى، ويساعد ذلك الشيء في تحسين عمل وكفاءة الجهاز الدوري.

زيادة تحمل اللاكتيك

عند ارتفاع حامض اللاكتيك بالرغم من وجود مقاومة في العضلات سواء بارتفاع الطلب على استهلاك الأكسجين أو بالتخلص من حامض اللاكتيك من خلال انتشاره، فإن الرياضي سوف يشعر بالألم في العضلة نتيجة الأداء، ولكن من خلال زيادة التدريب والدوافع الإيجابية ينعكس ذلك على قدرة الرياضي على تحمل هذا الألم، وبالتالي يستطيع الاستمرار في الأداء الرياضي على الرغم من إحساسه به.

3. تحسن التحمل الهوائي بالعضلة

ويعرف بارتفاع قدرة العضلة على العمل العضلي الذي يكون مدته معتدلة لفترة زمنية طويلة، وذلك من خلال الاعتماد على إنتاج الطاقة الهوائية باستهلاك الأكسجين، وهذا الشيء يعود إلى كفاءة العضلة والأجهزة المسؤولة عن إيصال الأكسجين لها:

- تتحسن كفاءة الألياف العضلية بارتفاع الهيموجلوبين الذي يقوم بوظيفة نقل الأكسجين إلى الليفة العضلية والميتوكندريا لاستهلاكه، وارتفاع عدد الميتوكندريا نفسها وبيوت الطاقة داخل الليفة العضلية، وكذلك ارتفاع الأنزيمات التي تعمل على المساعدة على إنتاج الطاقة اللاهوائية، وارتفاع الشعيرات الدموية بشكل يسمح بوصول الأكسجين وسرعة التخلص من مخلفات التمثيل الغذائي.
- تحسن كفاءة عمل الأجهزة التي تعمل على توفير الأكسجين كالجهاز التنفسي والجهاز الدوري وزيادة كفاءة الدم، بحيث يتمكن من توفير كميات أعلى من الأكسجين للعضلة، وبالتالي تخليصها مخلفات التعب العضلي.

كما لا يختلف تدريب التحمل العضلي عن تدريب القوة العضلية من حيث مبادئ التدريب الرئيسية، وطرق التدريب وفقاً لأشكال الانقباض العضلي ونظم التدريب وغيرها، والفارق الوحيد أنه كلما ارتفع تكرار التمرين وقلت الشدة يكون الهدف هنا تنمية التحمل العضلي، وكلما قلت التكرارات وارتفعت الشدة يكون الهدف هنا تنمية القوة العضلية من أجل أداء كافة المهام المطلوبة منه.

كما يعتبر التحمل العضلي من المكونات الرئيسية للياقة البدنية سواء في مجال الرياضات التنافسية أو في مجال الصحة العامة للفرد، أي يترتب على الفرد عند العمل لفترة زمنية طويلة التوقف عن ممارسة النشاط البدني لفترة قصيرة تسمح له بالشعور بالاستشفاء، وبعد ذلك بإمكانه العودة إلى ممارسة النشاط البدني، ومن الممكن أن يتدرج اللاعب اللاعب في شدة التمرين من متوسطة إلى شديدة؛ وذلك حتى لا تظهر عليه علامات التعب بسرعه ولكي يكون قادر أيضاً على إكمال كافة النشاطات المطلوبة منه

التأثيرات الفسيولوجية لتدريبات القوة العضلية :

هناك عدة تأثيرات فسيولوجية تحدث كنتيجة لتدريبات القوة العضلية منها ما هو مؤقت ومنها 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 سريان الدم .

أما بالنسبة للتأثيرات الفسيولوجية المستمرة فالمقصود بها هو ما يطلق عليه مصطلح "التكيف " Adaptition والتأثيرات تحدث غالبا في الجهاز العصبي وفي العضلة نفسها ويمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع (مورفولوجية – أنثروبومترية – بيوكيميائية – عصبية)

أولا : التأثيرات المورفولوجية :

تؤدى تدريبات القوة العضلية إلى حدوث بعض التغيرات المورفولوجية (الشكلية) في جسم اللاعب واهم هذه التغيرات ما يأتي :

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

أ- زيادة عدد وحجم الوليفات العضلية Myofibrials بكل ليفه .

ب- زيادة حجم المكونات الانقباضية وخاصة فتائل المايوسين .

جـ- زيادة كثافة الشعيرات الدموية بكل ليفه عضلية .

د- زيادة كميات الأنسجة بشكل عام وزيادة قوة الأنسجة الضامة والأوتار والأربطة .

وتتراوح قوة السنتيمتر المربع الواحد من مساحة المقطع الفسيولوجي للعضلة ما بين 4-8 كيلو جرامات ويتأثر حجم المقطع الفسيولوجي بطبيعة تدريبات القوة العضلية, فتدريبات القوة العظمى تؤدى إلى زيادة المقطع على حساب زيادة عدد اللويفات ومحتوياتها الانقباضية كالاكتين والمايوسين , بما يحتويه هذا الجدار من شعيرات دموية وميوجلوبين وميتوكوندريا لتوفير عمليات أنتاج الطاقة اللازمة لعمل العضلة لفترة أطول نسبيا .

2. زيادة حجم الألياف العضلية السريعة :

يزيد حجم الألياف العضلية السريعة أكثر منه بالنسبة للألياف العضلية البطيئة تحت تأثير تدريبات القوة العضلية, وترتبط زيادة الحجم تبعا لنوعية التدريب, فكلما كانت شدة التدريب مرتفعة مع عدد تكرارات اقل زادت ضخامة الألياف السريعة, وتشير نتائج دراسة "تيسن" وآخرين Tesh rt al 1984, إلى أن لاعبي رفع الأثقال يتميزون بضخامة الألياف العضلية البطيئة لدى لاعبي كمال الأجسام لاستخدامهم شدة اقل وعددا اكبر من التكرارات عند أداء جرعاتهم التدريبية .

3. زيادة كثافة الشعيرات الدموية :

تقل كثافة الشعيرات الدموية للألياف العضلية تحت تأثير تدريبات الشدة العالية ذات التكرارات القليلة (مثل لاعبي رفع الأثقال) وعلى العكس من ذلك بالنسبة للاعبي كمال الأجسام حيث تزداد لديهم كثافة الشعيرات الدموية وذلك وفق ما أشار إليه "شأنز " Schatz 1982 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 .

4. 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 اقوي .

ثانيا: 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 الدهن Lean Body (LBM) ووزن الدهن بالجسم, والمكونان معا يشكلان الوزن الكلى للجسم, فمثلا إذا كأن وزن شخص ما هو 100 كيلو جرام وكانت نسبة الدهن بجسمه تعادل 20% من وزن الجسم يكون :

وزن الدهن بالجسم = 0.20 × 100 = 20كيلو جراما

وزن الجسم بدون دهن = 100 – 20 = 80كيلو جراما

إذن المجموع = 100كيلو جرام (الوزن الكلي)

ويعمل برنامج تنمية القوة العضلية على زيادة وزن الجسم بدون الدهن ونقص نسبة الدهن بالجسم, وقد لا تحدث زيادة ملحوظة في الوزن الكلى للجسم .

ثالثا : التأثيرات البيوكيميائية :

وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في تحسين عمليات أنتاج الطاقة اللاهوائية وكذلك الهوائية بنسبة اقل, ويرتبط بذلك زيادة نشاط الأنزيمات الخاصة بإطلاق الطاقة, بالإضافة إلى زيادة مخزون المصادر الكيميائية للطاقة مثل الادينوسين ثلاث الفوسفات (ATP) والفسفوكرياتين (PC) والاستجابات الهرمونية, وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في النقاط التالية :

1. زيادة مخزون العضلة من مصادر الطاقة الكيميائية :

يزيد مخزون العضلة من ATP , PC وهى المصادر الكيميائية لإنتاج الطاقة السريعة دون الحاجة إلى الأكسجين, وتشير نتائج دراسة "ماسك ودجال" وآخرين Duvall et al . Mac 1977 إلى زيادة الفسفوكرياتين بنسبة 22% والادينوسين ثلاثي الفوسفات بنسبة 18% نتيجة تدريبي لفترة خمسة أشهر .

2. زيادة مخزون الأنزيمات :

تحتاج الطاقة اللاهوائية إلى تكسير الجليكوجين لإنتاج الطاقة, وتؤدى تدريبات القوة إلى زيادة مخزون العضلة من الجليكوجين .

3. زيادة نشاط الأنزيمات :

تعمل الأنزيمات كمفاتيح لحدوث التفاعلات الكيميائية اللازمة لإنتاج الطاقة, وبدون نشاطها لا تحدث التفاعلات الكيميائية, ولكل أنزيم وظيفته الخاصة, ويزداد نشاط هذه الأنزيمات تحت تأثير تدريبات القوة لتكون عاملا أساسيا في تحرر الطاقة اللازمة لحدوث الانقباض العضلي , حيث أثبتت دراسة "كوستيل وآخرين Costilla et al 1979 زيادة نشاط أنزيمات أنتاج الطاقة اللاهوائية الخاصة بالمركبات الكيميائية ATP و PC وهما كرياتين فوسفوكينيز ومايوكينيز Creation Phosphokinase Myopias وكذلك أنزيمات أنتاج الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك مثل أنزيم فسفوفركتوكينيز Phosphor

Fructokinase وأنزيم لاكتات دهيدروجينيز Lactate dehydrogenase غير أن هذه التغيرات ترتبط أساسا بنوعية التدريب وطبيعة تشكيل الحمل من الشدة والحجم وفترات الراحة .

4. استجابات الهرمونات :

رابعا : لهرمونات 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 الفسيولوجي القوة لدى الرجال مقارنو 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

5 : التأثيرات العصبية :

تعتبر 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 :

1. تحسين السيطرة العصبية على العضلة :

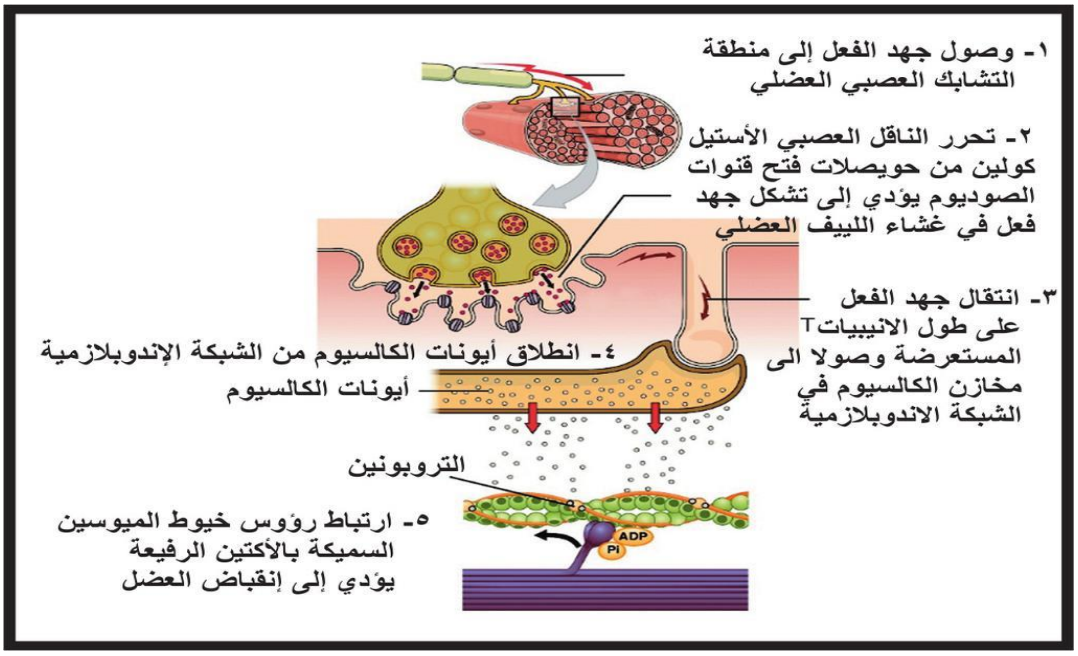
يظهر ذلك في أمكانية أنتاج مقدار أكبر من القوة مع انخفاض في النشاط العصبي كما يظهر من خلال دراسات رسم العضلات الكهربائي وبالتالي إذا ما ارتفع مستوى النشاط العصبي زاد تبعا لذلك تعبئة عدد أكبر من الألياف العضلية للمشاركة في الانقباض العضلي وزيادة القوة العضلية .

2. 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 دائما بعض الوحدات الحركية بصفة احتياطية لا تشترك في الانقباض العضلي وتزداد درجة اشتراك البعض منها تبعا لزيادة درجة المثير للجهاز العصبي ولذلك تزداد القوة العضلية الإرادية عند سماع طلق ناري أو سماع صياح مفاجئ بصوت عال .

3. زيادة تزامن توقيت عمل الوحدات الحركية Synchronization

ويعنى ذلك أن الوحدات الحركية تختلف في سرعة استجابات أليافها للانقباض العضلي حيث لا يظهر التزامن Synchronization في عملها في البداية تحت تأثير التدريب فتقربت توقيتات استجاباتها لتعمل معا في توقيت موحد بقدر الإمكان ولهذا تأثيره على زيادة أنتاج القوة العضلية .



القوة بين الذكور والإناث :

تتابع مستويات القوة بين البنين والبنات حتى مرحلة البلوغ ثم تزداد القوة العضلية المطلقة لدى البنين خلال مرحلة البلوغ وبعدها نتيجة زيادة تأثير وهرمون التستوستيرون وهرمون الذكورة وإذا ما تمت المقارنة باستخدام القوة النسبية (القوة لكل كيلو جرام من وزن الجسم) فأن قوة عضلات الرجلين النسبية تتساوى بين البنين والبنات ¡ بينما تقل إلى النصف قوة الذراعين والكتفين لدى البنات .

8. القوة والعمر :

يتأثر مستوى القوة العضلية بتقدم العمر ليس فقط من جانب التضخم العضلي ولكن أيضا بالنسبة للجهاز العصبي وتزداد القوة تدريجيا بعد مرحلة البلوغوتستمر هذه الزيادة لتبلغ أقصى معدل لها في المرحلة السنية من 20 إلى 30 سنة وذلك قبل أن يبدأ منحنى القوة العضلية في الانخفاض وخاصة بعد عمر 40 سنة مع ملاحظة أن مستوى القوة يمر بفترة من الثبات النسبي في تلك المرحلة من العمر وهذه الفترة تختلف من شخص لآخر وفق مبدأ الفروق الفردية بين الأشخاص الرياضيين وغير الرياضيين كما تتحكم في ذلك عوامل الوراثة والبيئة وأسلوب حياة الفرد.

المصادر

- أبو العلا احمد عبد الفتاح :التدريبالرياضيالأسسالفسيولوجية ، ط1،دار الفكر العربي ،القاهرة ،1997 .
- أبو العلا احمد عبد الفتاح ،احمد نصر الدين سيد،فسيولوجياللياقةالبدنية، ط1 ،دار الفكر العربي،القاهرة ،1993
- صفار المرعب ،مقدمةفيالكيمياء الرياضية،جامعة بغداد ،