الفصل الثاني

القـــــوة

تطوير القوة العضلية

إن القوة العضلية تتعلق بالمقطع العرضي الفسيولوجي للعضلة، وأن هذه العلاقة قد أيدت من قبل العلماء في حقل التشريح والفسلجة وبنفس الوقت قد أثبتت بواسطة أعمال وتجارب مختلفة بأن تحسين التوجيه العصبي مهم لتطوير القوة، ومن خلال الفسلجة الرياضية الحديثة أثبت بأن درجة الانقباض العضلي تتغير بتأثير الجهاز العصبي المركزي.

وأن تحشيد إمكانيات الانقباض والانبساط له تأثيره الكبير لأي عضلة تقوم بواجب معين وهذا بدوره مرتبط بالوزن المناسب لتوجيه إثارة العضلات التي تتعلق بدرجة انقباض وانبساط الشعيرات العضلية وبتأثير الجهاز العصبي اللاأرادي الذي يؤدي إلى عمليات التعود، ولقد أثبتت التجارب الفسلجية بأن انقباض العضلة يكون أقوى وأسرع إذا كانت في حالة تعدد وأن قوة الإنسان متعلقة بحجم العضلة وبرهن البايولوجين من جهة أخرى بأن تكبير حجم العضلة عند الحيوانات الحلوبة مثلاً يؤدي إلى تقليل القوة النسبية وهذا يعني بأن هناك علاقة بين الحجم المطلق للقوة القصوى ووزن الجسم، لذلك فإن أي نشاط للإنسان يتطلب طاقة بايولوجية وكلما كبرت القوة المراد التسلط عليها كلما وجب زيادة جهد الطاقة، ولتطوير القوة العضلية لرياضي المستويات العالية يمكننا استعمال طريقتين رئيسيتين هما – الطريق الأول – تطوير القوة العضلية دون التركيز على نشاط عمليات التبادل ولذا يكبر حجم العضلة بشكل ملحوظ، أن تطوير القوة العضلية في هذه الحالة يتم بالدرجة الأولى بواسطة تكامل الانعكاس الإرادي المرتبط في الجهاز العضلي المركزي والذي يسير مع تحسين توافق عمل العضلة.

أما الطريق الثاني – فيتم عن طريق القوة العضلية لصالح زيادة حجم العضلة، وهذا يتم بواسطة رفع نشاط عمليات التبادل في العضلة عن طريق وظائف الانعكاس الإرادي

المرتبط بالجهاز العصبي المركزي الذي ينتج التوافق العضلي اللازم، هناك طريق ثالث عندما تربط بين الطريقتين المذكورتين أعلاه بصورة مشتركة، لقد لوحظ أن تطوير القوة يمكن أن يتم بواسطة الطريق الأول أسرع من الطريق الثاني.

أما بالنسبة إلى القوة العضلية فإنها تتطور أسرع إذا كان التركيز الرئيسي على الطريق الثاني، وقد يبدو واضحًا أن القوة متعلقة بالسير الوظيفي للعضلة إذا كان متحركًا أو ثابتًا.

ثم لوحظ خلال العمل العضلي المتحرك أن القوة العضلية يمكن أن تتحسن إما بواسطة تقصير شعيراتها (عندما يكون شكل العمل بحالة التسلط) أو عند تطويلها (عندما يكون شكل العمل بحالة المطاوعة) أما في العمل العضلي الثابت فيمكن أن تتطور القوة العضلية من خلال العمل العضلي الإيجابي أو السلبي، وبذلك لا يتغير طول العضلة سواء أكان في الحالة الأولى أو الثانية.

إن مختلف تمارين القوة العضلية سواء أكانت الثابتة أو المتحركة لها صفات معينة تنسجم مع حجم وشكل القوة المتطورة.

الأسس الفسيولوجية والكيميائية للقوة العضلية

إن تحليل حامض الفوسفات الثلاثي الذي نسبته عند العمل العضلي ثابتًا يعاد تركيبه بسرعة أثناء فترة الشفاء بواسطة التحولات الكيمياوية خلال الحالات الاوكسجينية واللاأوكسجينية ويعتبر أساس الطاقة البايولوجية عند الانقباض العضلي، لذلك فأن زيادة قوة العضلة عند ثبات الشروط والمتطلبات (طول العضلة عند الابتداء بالتدريب ثم وضع الجسم الخ...) ترتبط بالدرجة الأولى مع زيادة الطاقة البايولوجية، أن زيادة تغذية الطاقة أثناء تطوير قوة العضلة يمكن الوصول إليها بمختلف الطرق، لذا فإن القسم الكبير من حامض الفوسفات الثلاثي يوجد في الشعيرات العضلية، وأثناء الانقباض الاعتيادي أو القصوي للعضلة تتم الحركة على حساب نشاط عمل أعداد كبيرة من الشعيرات العضلية التي تعمل سوية وبصورة مشتركة، كذلك لوحظ أن قسمًا من الشعيرات العضلية لا تشترك في العمل، أما بالنسبة للعضلة غير المدربة فلوحظ أن نسبة اشتراك الشعيرات العضلية لا يتجاوز أكثر من ٢٠٪ خلال العمل، وبالنسبة للعضلات الصغيرة فيصل الاشتراك بنسبة ٥٠٪، أما عند تحسين حالة التدريب تنمو قابلية العمل بحيث تطابق الشعيرات العضلية ، إن عملية تكامل عمل العضلة الداخلي يعتبر الطريق الرئيسي لتطوير قوة العضلة خلال نشاط وعمل اشتراك أكبر عدد من الشعيرات العضلية التي لديها قابلية عالية للشد أثناء الانقباض لمرة واحدة.

إن التجارب التي أجريت على اللبائن أثبتت بأن العضلات قد قسمت إلى قسمين رئيسيين سريعة العمل، وبطيئة العمل، فعند الانقباض العضلي لمرة واحدة تقصر العضلات السريعة من ٢ إلى ٣ مرات أسرع من العضلات البطيئة وعند تساوي المقطع العرضي للشعيرات العصبية ستصل الإثارة بسرعة كبيرة وذلك لتحضير وتحفيز العضلات السريعة، أن الأعصاب الحركية المتولدة عن العضلات السريعة تحتاج إلى عدد كبير من الحوافز، لقد أظهرت التجارب بأن تبادل الأعصاب النازلة التي تسير نحو العضلات البطيئة والسريعة تستطيع أن تغير العمل الوظيفي للعضلة، إذ يمكنها تحويل العضلات السريعة إلى بطيئة وبالعكس، أن هذا يدلل لنا بأن الصفات الوظيفية للشعيرات العضلية ما هي إلا تعبير عن صفات الأعصاب الحركية الخاصة بها (زاتسيورسكي).

لقد لوحظ بأن الإنسان يملك نوعين من الشعيرات العضلية هما الحمراء والبيضاء، فالشعيرات الحمراء تكون ٣٠٪ من العضلة تقريبًا، وأن انقباضها يكون بطيئًا، إلا أنها تتمكن من البقاء لفترة طويلة من الانقباض، أما الشعيرات البيضاء فهي على العكس من ذلك، إذ أنها تنقبض بسرعة كما أنها تتعب بسرعة أيضًا خلال مراحل تطوير القوة العضلية، لقد لوحظ أن التدريب الخاص يحدث تغيرًا في الشعيرات الحمراء حيث تزداد سرعة الانقباض فيها ويمكن توضيح ذلك بأن تطوير القوة العضلية يحتاج إلى تدريب طويل وتمارين قوية ذات فترة زمنية قصيرة لمثيرات أو حوافز الجهاز العصبي المركزي.

إن زيادة عدد الشعيرات العضلية يتم بواسطة الجهد القصير مع الحافز الشديد، وطبقًا لذلك تظهر حقيقة أن مثل هذا العمل العضلي لا يؤدي إلى تضخم الجهاز العضلي، كما أنه لا يؤدي إلى نمو حجم العضلة ذلك لأن الشد العضلي القصوي وغير القصوي يحدد حجم العمل عند أداء التمرين لذا لا تتمكن العمليات البيوكيمياوية من النشاط بشكل كبير، وطبيعيًا أن هذا النشاط لا يحجب عمليات البناء في العمل العضلي.

ولقد لوحظ من تحليل الشعيرات البيضاء بأنه يمكن السيطرة على عملية بنائها، ونتيجة لذلك لا تحدث زيادة في الشعيرات البيضاء في العضلة أثناء فترة الراحة، ثم لوحظ أيضًا أن زيادة الشعيرات البيضاء يؤدي إلى زيادة القوة العضلية.

إن التجارب أظهرت بأن زيادة الشعيرات البيضاء أثناء فترة الراحة تكون أكثر كلما قصرت فترة الراحة لصالح العمل، أن تطور القوة العضلية يتحقق بالدرجة الأولى بواسطة انعكاسات إرادية مناسبة ترتبط بالجهاز العصبي المركزي وأن عملية الترابط هذه تضمن التركيز اللازم لعمل المثيرات والقوة المناسبة وعدد المحفزات التي تسير بواسطة الأعصاب الحركية، وتأثير بناء الجهاز اللمفاوي، لذلك لوحظ أن لهذه الحركات أهمية كبيرة لتكامل توافق العمل العضلي الداخلي، خلال هذا التكامل يتم التوافق بين عمل العضلات المحملة

والعضلات المتقابلة التي بدورها تؤدي إلى نمو حجم القوة العضلية، لقد لوحظ بأن هناك طرقًا أخرى لزيادة القوة العضلية بواسطة زيادة حجمها وذلك لأن القوة العضلية تسير موازنة مع نموها.

إن تضخم العضلة يوضح من خلال شدة تبادل عمليات العمل والراحة تحت ظروف الحالة اللاأوكسجينية، ونتيجة العمل العضلي تزداد كفة تحلل الشعيرات البيضاء ويؤدي بدوره إلى بناء كمية الشعيرات وزيادتها خلال فترة الشفاء، وبالتالي يحدث تضخم في حجم العضلة، كلما قلت نسبة الشعيرات البيضاء أثناء العمل العضلي، كلما زادت الشعيرات أكثر في فترة الشفاء، ومن أجل تكبير حجم العضلة لا تحتاج إلى الشد العضلي القصوي، فالشد يجب أن يكون بشكل يؤدي إلى تغذية العمل العضلي بالطاقة على حساب العمل الاوكسجيني الذي يجب أن تتم فيه عمليات التبادل بشكل فعال.

إن أداء تمارين القوة بشدة أقل من الإنجاز القصوي بكثير لا يؤدي إلى تكامل توافق العمل داخل العضلة وبذلك لا يحدث تطابق في عمل الشعيرات العضلية وفعالياتها، لأن عملية التكامل تتم عند أداء التمارين بالشدة العالية فقط، لذلك فتوافق العمل داخل العضلة يحدث عندما يتحسن عمل تطابق الشعيرات العضلية بواسطة كبر الشد العضلي وكمية الحمل، لهذا يؤثر تحسن توافق العمل داخل العضلة على تطوير حجم قوة المجموعات العضلية ويقدر قرب الشد العضلي إلى الحجم القصوي ينخفض نشاط نمو حجم العضلة، لوحظ بنفس الشكل هبوط واضح للشد العضلي، عندما تكبر فترة العمل العضلي ومتطلبات تغذية الطاقة للنشاط العضلي والتغيرات الحاصلة على حساب الحالة الاوكسجينية.

أنواع القوة المتحركة

إن أنواع القوة المتحركة عند تسلطها على المقاومة تكون بثلاثة أنواع:

- القوة الانفجارية.
- القوة السريعة.
- القوة البطيئة.

التحليل البيوكيميائي للقوة الانفجارية

القوة الانفجارية تظهر عند تسلطها على المقاومة بتعجيل قصوى أي المقاومة تقع تحت الحالة القصوى.

إن الصفات الخاصة للقوة الانفجارية تتعلق بأعلى درجة من سرعة تحشيد الطاقة الكيمياوية في العضلة وتحويلها إلى طاقة ميكانيكية.

لقد لوحظ عدم تعلق القوة المقاسة بمحلول الفوسفات الثلاثي فقط، بل بسرعة نشاطه في لحظة وصول المثيرات الحركية ويسري اعادة بناءه وتكوينه مرة ثانية، لتحديد سرعة نمو الشد العضلي عند ارتباطه بالقوة الانفجارية، تلعب سرعة تكوين وبناء الطاقة بواسطة حامض الفوسفات الثلاثي في الوحدة الزمنية دورًا أساسيًا .

إن عدد الجزيئات المتقدمة لحامض الفوسفات الثلاثي لا تصل حدها القصوى، وذلك لأن العمليات الكيمياوية للهدم والبناء يجب أن تتم بسرعة فائقة، أن إعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي أثناء التدريب على الحركات الثلاثية (الحركات غير المتشابهة والتي لا تعيد نفسها) تتم بالدرجة الأولى من خلال حالة الطاقة التي ترتبط بالتحلل الذي يحدث في دورة حامض الكراتين فسفور،أما في التمارين ذات الصفة الثانية (الحركات التي تعيد نفسها) التي ترتبط بالعمل المستمر فيتم إعادة بنائه نتيجة لدورة حامض الكراتين فسفور المرتبط مع فسفور الكلوكوس والتأكسد الميكانيكي.

وطبقًا لأقوال (أليك) يتم العمل عند ركض ١٠٠م، بأقصى سرعة على حساب أربعة مواد رئيسية هي:

- على حساب الاحتياطي الداخلي للأوكسجين والربط بين احتياطي طاقة فسفور كراتين وبقايا الفسفور – فعلى سبيل المثال أن استخدام (ك كلوري) Kcal ٢٣ من السعرات الحرارية العالية أو ٥٠٪ من مجموع الطاقة اللازمة.

- على حساب بقايا الاوكسجين الاحتياطي (استخدام الاوكسجين للكلوكوز) استخدام ١٢ ك كلوري (السعرات الحرارية العالية) أو ٢٥٪ من مجموع الطاقة اللازمة.

- على حساب الاوكسجين المأخوذ من الهواء أثناء عملية الشهيق (ك كلوري) ١٤ , ٨٪ من مجموع الطاقة اللازمة.

التحليل البيوكيميائي للقوة السريعة

أن الصفات الكيمياوية بسرعة القوة أثناء أداء تمرين لمرة واحدة من النوع ذو الصفة الثلاثية (غير المتشابه) يؤدي بالدرجة الأولى إلى تحلل حامض الفوسفات الثلاثي في وحدة زمنية معينة (بتعبير آخر شدة تحلل حامض الفوسفات الثلاثي) ، والذي يقل عما هو في حالة القوة الانفجارية قليلا . أما كيمياوية سرعة القوة أثناء تكرار تمرين ثنائي (متشابه) فأن الحال تختلف مبدئيًا، لقد لوحظ أن مخزون الكراتين فوسفات ليس كبيرًا لدرجة يتمكن فيها من أداء العمل الكلي مع الطاقة المخزونة، أن شدة رد فعل تصل أقصاها بعد ٢ – ٣ ثانية من العمل وبعدها تقلل بسرعة، أن عملية التنفس الأوكسجينية واللاأوكسجينية تصبح المغذي الرئيسي لكسب الطاقة لإعادة بناء حامض الفوسفات وكذلك لا تستغل مخزون الكلايكوجين

الموجودة في أجهزة الجسم الداخلية، أما أثناء التمرين الثاني على سرعة القوة فتلاحظ عدم حدوث نقص في كمية الاوكسجين إذا كان حجم القوة ليس كبيرًا وعملية التنفس تكفي لمتطلبات الطاقة اللازمة للنشاط العضلي، أن ظهور سرعة القوة في كل عضلة مرتبط بتنظيم نشاطها أثناء الانقباض لمرة واحدة، ثم بعدد مختلف من الشعيرات العضلية خلال الجهد الكبير والذي يتعلق بحجم المقاومة المتسلطة عليها وتعجيله.

وكذلك يتعلق بسرعة وعدد المحفزات التي تنقل بواسطة الأعصاب الحركية، وهنا تظهر علاقة ثابتة، أن ظهور سرعة القوة (من الجهة الميكانيكية للتوافق في العمل العضلي الداخلي) لا ترتبط بتطابق نشاط الشعيرات العضلية بدرجة عالية بقدر ارتباطها بعدم التطابق.

أما بالنسبة للقوة البطيئة فإنها تظهر للعمل العضلي في حالة التسلط أو المطاولة، ولوحظ أن هناك اختلاف لعدد مرات الإعادة في السلسلة الواحدة، فعند التدريب على القوة الانفجارية والقوة البطيئة تكون إعادة التمرين لمرة واحدة فقط في الوقت التي تكون الإعادة فيه لعدة مرات في السلسلة الواحدة عند التمرين على سرعة القوة، وهنا لابد من الملاحظة بأن صغر حجم المقاومة المتسلط عليه (قياسًا للإنجاز الشخصي) يدفعنا إلى زيادة عدة مرات الإعادة.

إن هذا الرأي يسند الفكرة الفسلجية والبيوكيمياوية لصفات ظهور أنواع القوة المتحركة، وتعتبر أشكال ظهور القوة نتائج لعمل المجاميع العضلية، لذلك يجب على المرء أثناء ملاحظة الوظائف الحركية لأشكال القوة أن يأخذ بنظر الاعتبار صفات الجهد العضلي أثناء نشاط أي عضلة أو مجموعة عضلية.

لذلك فالفعل الميكانيكي الرئيسي الذي يغير درجة الشد العضلي هو دائمًا المغذي للمثيرات المختلفة.

هناك نوعان رئيسيان لمغذي المثيرات:

- تنظيم النشاط النوعي لمختلف الوحدات الحركية.
- التبادل في سرعة وعدد الحوافز المنقولة بواسطة الأعصاب الحركية.

إن ظهور سرعة القوة في كل عضلة مرتبط بتنظيم نشاطها أثناء الانقباض بتقصيرها القصوى (قصر العضلة عند الثني) وبمشاركة أكبر عدد ممكن من الشعيرات العضلية أثناء أعلى درجات الانقباض.

إن سرعة وعدد المحفزات المنقولة تصل إلى الحجم المناسب، وأن قابلية إنجاز العضلة يقل كما هو معروف عند زيادة عدد مرات التكرار.

إن ظهور القوة البطيئة في كل عضلة مرتبط بتطابق نشاط أقصى عدد من الشعيرات العضلية أثناء أعلى درجات الانقباض عند ارتباطها مع سرعة وعدد مناسب من المحفزات الحركية المنقولة، لوحظ أثناء العمل العضلي لا تستخدم جميع الشعيرات العضلية في آن واحد، بل في تدرج معين.

كما لوحظ في بداية العمل العضلي مشاركة عدد قليل من الشعيرات العضلية لتعطي المرحلة الوظيفية الأولية التي ترتبط بزيادة شدة الانقباض (زاتسيورسكي).

يعتقد كثير من العلماء حدوث تطابق لنشاط عدد من الشعيرات العضلية عندما تطول فترة التدريب، أما في القوة البطيئة فيكون وقت الانقباض القصوي أكبر منه في حالة القوة الانفجارية، أن العمل العضلي في مراحل سير حركة الرياضي هو نتيجة تبادل عمل المجاميع العضلية، لذا فالعمل المرتبط بالعضلات المحملة سببه تكامل الترابط بين العضلات، لقد وجد في كل حالة من حالات ظهور القوة المتحركة بأنه يأخذ الترابط بين العضلات صفات معينة، أولها اختلاف زمان التمرين، إضافة إلى ذلك لا يجوز شد العضلات المتقابلة المحملة أثناء القوة الانفجارية أما أثناء القوة السريعة والبطيئة فتكون لهما في الحالات الثانية مستوى مناسب للشد العضلي.

وأثناء القوة البطيئة يجب أن يتم تحشيد داخلي لأقصى ما يمكن من الطاقة الكيمياوية في الوحدة الزمنية في لحظة انتهاء الحمل الخارجي القصوي، أن التحلل القصوي يحدث لحامض الفوسفات الثلاثي والكراتين فوسفات في هذه اللحظة، ولأجل إسناد السرعة أثناء تغيير مكان القوى الخارجية يستوجب إعادة بناء الطاقة، لذا فإن عمليات التأكسد داخل الخلية تصبح في هذه الحالة أساسًا لإعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي من Mitrochondrien نحو Mysointaden للشعيرات العضلية.

أثناء القوة البطيئة يكون حجم الميوزين (Mysoin) ونشاطه كخميرة ذات أهمية كبيرة وخاصة، علمًا بأن سرعة تحلل حامض الفوسفات الثلاثي ترتفع بتأثير التحشيد العضوي لنشاط الخميرة.

القوة الثابتة

تتطور القوة الثابتة بواسطة الجهد الإيجابي (الشد العضلي المضاد لحاجز ثابت) والجهد السلبي (الشد العضلي ضد قوى خارجية خاضعة للقياس).

لقد أظهرت التجارب التي أجريت على مجموعة من رياضي الجمباز (١٧ رياضيًا) بأن تطوير القوة الثابتة بأشكالها المختلفة خلال الجهد القصوي لا يكون متساويًا، أن كبر القوة السلبية يكون ٢٨,١ كيلو غرام والقوة الإيجابية ٢٠,٦ كيلو غرام

(الاختلاف يكون ٧,٥ كيلو غرام)، أن تطوير القوة الثابتة القصوى طبقًا للعمل الفسلجي يعتبر شدًا ناتجًا من مجموعة حوافز متعاقبة، وهذه الحوافز المتعاقبة تتكون في بداية كل مثير، لتطوير القوة الثابتة هناك صفات بيوكيمياوية خاصة، فالحمل الثابت يؤدي إلى رفع كمية تركيب الشعيرات البيضاء في العضلات القائمة بالتمرين.

إن أساس محتوى عملية بناء حامض الفوسفات الثلاثي ومخزون الكلايكوجين داخل العضلة ينمو بكمية قليلة قياسًا بالشعيرات البيضاء (مكاروف) ثم لوحظ أن الجهد القصوي الثابت يستغرق بعض الثواني، أن رد فعل الكراتين فسفور والعمليات الميكانيكية لتكوين الطاقة (عندما يستمر الجهد الثابت ولا يصل إلى الحد الأعلى) هي الأساس في إعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي.

الصفات الخاصة لتطوير القوة الثابتة والمتحركة تحت شروط قلة الاوكسجين في الأنسجة الجسمية لوقت قصير:

إن صفات القوة للإنسان يحدث لها تغيرات عديدة بتأثير قلة الاوكسجين في الأنسجة، لدراسة هذه المشكلة استخدمت البحوث المختبرية التي أجريت على مجموعة من الرياضيين مكونة من ١٧ شخص ذا مستوى عال في ألعاب رمي الرمح والركض السريع والمبارزة، لقد كانت قيم القوة التي سجلت بواسطة جهاز قياس القوة وبمساعدة جهاز التخدير ($uNA - 1$) وقناع الاوكسجين الذي وفر شروط قلة الاوكسجين في الأنسجة بطريقة اصطناعية حيث يتنفس الرياضيون خلال فترة زمنية من ١٥ – ٣٠ دقيقة لغاز مخلوط بنسبة ١١,٢٪ من الاوكسجين مشابهة للتجربة التي أجراها *A. S. Koltschinska* أثناء الارتفاع لمسافة ٥٠٠٠م، أن اختيار هذا الارتفاع كان بسبب أن التجارب السابقة التي وفرت فيها شروط اصطناعية كانت على ارتفاع ٢٠٠٠م ولم تحدث أي تغيرات في قيم القوة، لقد تم قياس ٩٠٠ قيمة حركية حتى تتنفس الغاز المخلوط، وفي الوقت الذي تعود الجسم فيه على كمية الاوكسجين أيضًا كما شخصها جهاز قياس الاوكسجين يمكن ملاحظة النتائج من الجدول التالي:

الجدول رقم (٨)

يبين تغيرات القوة الثابتة تحت تأثير شروط قلة الأوكسجين فى خلايا الأنسجة القصيرة الوقت (المعدل الوسطي)

	رمى الرمح			الركـــض			المبـــارزة		
	القيم المطلقة كغم	القيم النسبية (نفس الشروط)		القيم المطلقة كغم	القيم النسبية (نفس الشروط)		القيم المطلقة كغم	القيم النسبية (نفس الشروط)	
اسم المجموعة العضلية	القيم البدائية	القيم النهائية	النمـــو ٪	القيم البدائية	القيم النهائية	النمـــو ٪	القيم البدائية	القيم النهائية	النمـــو ٪	القيم البدائية	القيم النهائية	النمـــو ٪
العضلات التى تثنى العضد	٤١,٢	٤٠,٧	٠,٥	٠,٤٩	٠,٤٨	-٠,١	٣٥,٩	٣٢,٨	-٣,١	٠,٤٨	٠,٤٤	-٠,٤	٢٧,٠	٢٤,٩	٢,١	٠,٣٩	٠,٣٦	-٠,٠٣
العضلات التى تمد العضد	٣١,٠	٣٣,٤	+٢,٤	٠,٣٧	٠,٣٩	+٠,٠٢	٣٠,٧	٢٧,٩	-٢,٨	٠,٤١	٠,٣٧	٠,٠٤	١٦,٧	٢٣,٥	+٦,٨	٠,٢٤	٠,٣٤	+٠,١٠

إن التحليل أعطى بأن الوقت القصير من (١٥ – ٢٠ دقيقة) وبانخفاض واضح للاوكسجين بنسبة ١١,٢٪ في الأنسجة يؤدي إلى انخفاض غير متساو لمستوى القوة الثابتة والأنواع المختلطة للقوة المتحركة، لقد لوحظ أن استمرار حالة قلة الاوكسجين في الأنسجة يؤثر على القوة الثابتة أقل من القوة البطيئة وخاصة القوة الانفجارية، وطبقًا للتخصص الرياضي فأن التجارب حول قلة الاوكسجين في الأنسجة يؤدي إلى تغيرات في المجاميع العضلية التي أجرى البحث عليها، ففي بعض الحالات ينخفض تطور القوة في حين تزداد في حالات أخرى، وهذا يشمل فقط القوة الثابتة والقوة المتحركة البطيئة.

يمكن للمرء أن يفترض طبقًا لنتائج التجارب تحت ظروف قلة الاوكسجين في الأنسجة لفترة قصيرة ظهور اختلافات في تطور القوة الثابتة وبعض أنواع القوة المتحركة، لذلك تؤكد على ضرورة استعمال طرق خاصة لتطور القوة.

مطاولة القوة وطرق تطويرها

تتبع لهذه المجموعة من الألعاب الرياضية التمارين الثنائية التي تتطلب تطور مناسب لحجم سرعة القوة (الساحة والميدان – الركض – الركض السريع على الجليد – المشي، التزلج على الجليد لمسافات بعيدة – سباقات الدراجات في الشوارع – السباحة، التجديف).

وعند التسلط على مسافة فان حجم تطور القوة في الدوران الحركية المنفردة تعينها شدة (سرعة) أداء التمارين، كلما ارتفعت الشدة كلما كبر تطوير سرعة القوة (مع المحافظة على السرعة).

إن المميزات الرئيسية بطريقة تطوير المطاولة لسرعة القوة في التمارين الثنائية تعينها التكامل الميكانيكي لطاقة الإنجاز الفعالة في النشاط الحركي فمن هذه المراحل تكون العلاقة المتبادلة بين تكامل نشاط جهاز التنفس والدوران مهمة جدًا، لأنها تعتبر العامل الأساسي لتحسين قابلية الأجهزة العضوية على الحالة الاوكسجينية، أن هذه الأجهزة تحقق امتصاص ونقل الاوكسجين إلى العضلات (وبدون الاوكسجين لا يمكن الاستمرار بالعمل العضلي) وكذلك فأن النشاط الكبير للجهاز الذي يحقق الفائدة من الاوكسجين الداخل في العضلات العاملة،أو عند وجود التنظيم المتبادل بين الأجهزة السابقة (عندما يكون مستوى تطور كل جهاز بحجم كاف) فيمكن أن يحصل على أحسن طاقة إنجاز للنشاط الحركي في الألعاب الرياضية السابقة.

إن التجارب الميدانية أظهرت بأن أجهزة التنفس والدوران تتطور عند أداء التمارين المختلفة ذات الصفة الثنائية، ولذلك لا يحتاج تركيب التجارب لتشابه مع تمارين السباقات (الركض، المشي، التزلج على الجليد، ركوب الدراجات، كرة القدم.... الخ).

هناك جملة رئيسية عامة لكل التمارين: الأداء في السلسلة حتى استنفاذ الجهد مع شدة أقل من السباق (٥٠ – ٧٠٪) نتيجة لذلك يمكن للرياضي أن يصل إلى حجم التدريب (مثال ركض للمسافات الطويلة ٦٠٠ كيلو متر في الشهر)، أن إمكانية تكامل الجهاز العصبي العضلي في استخدام الاوكسجين في العمل العضلي الثنائي وشدة تتراوح بين ٦٠ – ٧٠٪ من شدة السباق (في الفترة التدريبية) تكون محددة.

إن نشاط تكامل هذه العملية الميكانيكية المعقدة يتم بشدة مشابهة للسباقات أو مقاربة لها أو أعلى منها (عند التحمل القصوي) أن هذا مهم لتحسين عملية أخذ الاوكسجين من Myoglobin والذي يكون ممكنًا فقط عندما يكون Mypoxamie بكمية ١٠٪ أو أكثر من المستوى الابتدائي (P. A) كذلك يعتقد بأن القيم ترتفع عند الرياضي ذات المستويات العالية، وتبعًا لذلك تكون الشدة في أداء التمارين أكبر من أجل زيادة نشاط بناء الـ Myoglobin ومن ناحية أخرى لا يحدث تعبئة الاوكسجين من الـ Myoglobin في العضلات العاملة بشكل قوي، لذلك يجب في مثل هذه الألعاب أن تؤدي وسائل التدريب الجسمي المتعدد الجوانب والموجه بنوع شدة تؤدي من جهة إلى المحافظة على المستوى العام والمناسب للتطور الجسمي ومن جهة أخرى التعود على نوع آخر للعمل الحركي وإعادة مستوى الإنجاز الخاص الذي توصل إليه مسبقًا أو في الأنواع الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية التي تحمل فيها الرجلين والأطراف العليا العبء بشكل كبير (التزلج على الجليد لمسافة طويلة، التجديف، السباحة) يكون تأثير تدريب القوة الخاص ذات أهمية كبيرة وكذلك تستعمل وسائل التدريب الجسمي العام والشامل والموجه وبصورة خاصة التعود على نوع آخر للعمل الحركي وإعادة مستوى الإنجاز الخاص الذي توصل إليه مسبقًا، ومهم جدًا فهم العلاقة بين تطور مطاولة القوة ومطاولة السرعة لأن هاتين الصفتين تعتبران المكونات الرئيسية لتحديد المطاولة الخاصة في التمارين ذات الصفة الثنائية (في التدريب الجسمي)، وعند التركيز فقط على رفع مستوى مطاولة القوة يمكن أن يؤثر على نحو مطاولة السرعة، أما عند الرفع المناسب للسرعة الحركية فيجب أن يؤكد مرة أخرى على تطوير مطاولة القوة مباشرة، لذلك تعتبر مراحل تطوير مطاولة السرعة عند بناء المطاولة الخاصة أو أن نمو المطاولة الخاصة في الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية الحركة يمكن أن يتم في المراحل المنفردة على حساب تطوير مطاولة القوة، فعلى سبيل المثال تحسنت رياضة الجليد في السنوات الأخيرة بشكل قفزات، رغم عدم تغير ارتداد الخطوات للدورة الواحدة.

إن مطاولة السرعة الخاصة ترتفع قبل كل شيء بواسطة نمو مستوى مطاولة القوة وكذلك عن طريق تكامل التكنيك، ان الاستعمال المنفرد للوسائل والطرق لتطوير مطاولة القوة لا تؤثر بشكل كافٍ على جميع الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية (ان الوسائل والطرق

تنظم أخذ ونقل الاوكسجين للعضلات العاملة) وفي حالات منفردة يمكن أن يؤدي التأكيد على استعمالها أن تمنع أجهزة مهمة للحالة الاوكسجينية.

لذلك يجب عند تطوير مطاولة القوة أن يتم بشكل عريض عند استعمال مثل هذه الوسائل بحيث يؤثر بشكل فعال على عمل هذه الأجهزة، وعند التركيز فقط على العلاقة المناسبة بين جميع الأجهزة للعمل العضلي الاوكسجيني (عند التطور العالي للأجهزة المنفردة) يحصل على النتائج العالية في الألعاب الرياضية الثنائية والتي تطور فيها مطاولة القوة بالدرجة الأولى.

ان استغلال تمارين السباقات والتمارين الخاصة كوسائل أساسية لتطوير مطاولة القوة، أن نمو التكنيك ليس يغير الشكل الحركي فقط وإنما يرتبط بتحسين التركيب الحركي الداخلي بالدرجة الأولى والذي في كل حالة يعطي أكبر الإمكانية لتحمل الاقتصادي للمجاميع العضلية الخاصة، وعن هذا الطريق ترتفع أيضًا إمكانات تأمين الطاقة والتي تكون مهمة للحركات الثنائية.

ان مراحل تطوير مطاولة القوة ترتبط بتكامل قابلية المقاومة الجسمية الخاصة لأنه فقط عن طريق تطوير نوعية الإرادة في التدريب والمنافسات تتطور مطاولة القوة عند الرياضي بشكل فعال، أن المتطلبات المهمة هنا تعمل على أداء التمارين حتى استنفاد الجهد لأنها تؤثر بنفس الوقت على تكامل العمل الفسلجي والجسمي لأجهزة الرياضي العضوية.

تأثير التدريب العضلي الايزومتري على الدورة الدموية

لم يتفق العلماء على موقف موحد بالنسبة لتأثير التدريب العضلي الايزومتري على كفاءة الدورة الدموية.

ويخشى البعض من أثر هذا التدريب على مرضى القلب، حيث يعمل على زيادة الحمل على جهاز الدوران.

ولكن بعض التجارب التي أجريت في مجال المستشفيات وقام بها بعض الباحثين مثل (سيمون Simon) وآخرون قد ألغت هذه الفكرة، بينما أثبتت (رولاند Roland) أن هناك علاقة نسبية عالية بين بعض العضلات المدربة بواسطة التقلصات الأيزومترية وكفاءة الدورة الدموية.

وعلى ذلك وللتحقق من هذه النتائج المتضاربة، فقد أجرى هولمان بعض التجارب في هذا المجال وذلك للتحقق من هذه العلاقة فقد أجرى تجربة على اثنى عشر رجلاً ما بين سن ٢٠ – ٢٩، وذلك بتدريب العضلات الثانية للساعد بواسطة التدريب الايزومتري

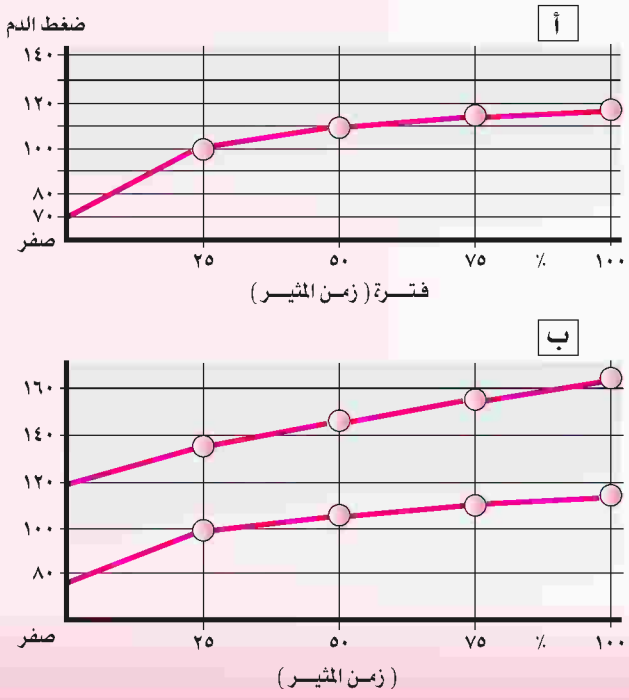
الإرادي بحمل يتراوح ما بين ٥٠٪، ٧٥٪، ١٠٠٪، من القوة الايزومترية العظمى وفترة دوام المثير تتراوح ما بين ٢٥٪، ٥٠٪، ٧٥٪، ١٠٠٪ حتى الاعياء.

وعلى ذلك فإن الشكل (٧ – أ) يوضح منحنى النبض (أي عدد ضربات القلب في الدقيقة) بينما يبين الشكل (ب) ضغط الدم بالملليمتر.

فالإحداثي الأفقي للشكل (٧ – أ – ب) يبين فترة دوام المثير في المائة بالنسبة للوصول إلى مرحلة استنفاد الجهد، أما على الإحداثي العمودي للشكل (أ) فيظهر عدد ضربات القلب في الدقيقة، بينما يظهر الإحداثي العمودي للشكل (ب) ارتفاع الضغط بالملليمتر.

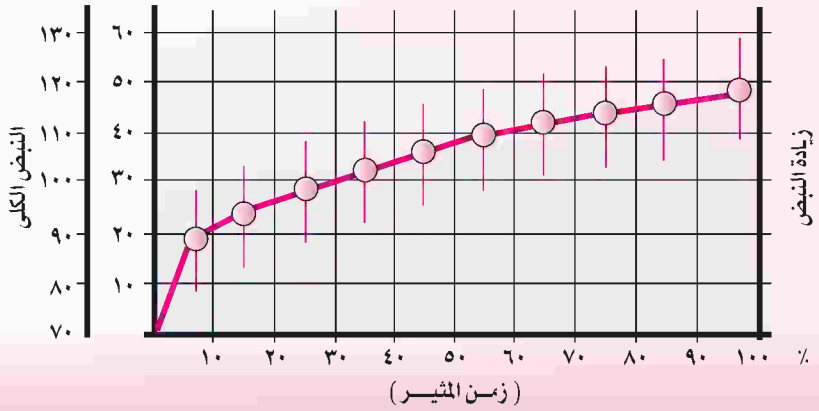
إن نتائج التجربة لم تُظهر أي علاقة بين كل من النبض وشدة المثير العضلي، وكذلك ضغط الدم وشدة المثير العضلي أيضاً بينما وجدت علاقة بين النبض وزمن بقاء المثير من جهة والضغط وكذلك زمن بقاء المثير من جهة أخرى.

الشكل (٧) عن هولمان .. علاقة النبض و الضغط بكل من شدة مثير القوة ، وكذلك زمن دوامها على العضلات الثانية للساعد



وعلى ذلك فإن النبض العادي ارتفع من ٦٩ ضربة في الدقيقة أولاً بسرعة ثم ببطء، حتى وصل إلى ١١٥ ضربة في الدقيقة تحت تأثير دوام المثير حتى الإعياء العضلي ١٠٠٪ كما هو مبين في الشكل (أ) بينما يرتفع انقباض الضغط من ١٢٠ ملغرام عند الراحة إلى ١٦٠ مليمتر في الوقت الذي ارتفع فيه انبساط الضغط من ٧٨ إلى ١١٠ – ١١٥ مليمتر.

الشكل (٨) يبين معدل النبض بواسطة الانقباض العضلي الثابت حتى استنفاد الجهد



إن الشكل (٨) يظهر إيضاحات أخرى بالنسبة للنبض، وعلى ذلك فعلى الإحداثي الأفقي للشكل نفسه يظهر زمن دوام المثير بالمائة من الزمن الكلي حتى استنفاد الجهد = ١٠٠٪.

وعلى الإحداثي الأيسر العمودي من الخارج يظهر عدد ضربات القلب في الدقيقة، أما من الداخل يظهر عدد ضربات القلب الناتجة من شدة التمرين وتساوي النبض الكلي – النبض الطبيعي في الراحة، أي أن النبض الناتج عن العمل = النبض الكلي – النبض الطبيعي.

أما على الإحداثي العمودي من جهة اليمين فيظهر زيادة عدد ضربات القلب عن النبض الطبيعي.

وعلى ذلك فإنه بالنسبة إلى التدريب الأيزومتري القصوي الإرادي حتى الوصول إلى درجة الإعياء، فقد وصل عدد ضربات القلب ١١٥ ضربة في الدقيقة، وعند التدريب العضلي الأيزومتري القصوي الإرادي بمثير دوامه ثماني ثوان حتى وصول العضلة إلى درجة استنفاد الجهد، تجد أن النبض زاد حوالي ٦,٢ ضربة عن النبض الطبيعي.

ومن ذلك يتضح لنا أن فاعلية التدريب العضلي القصوي الأيزومتري يجب أن يكون تحت فترة دوام من ٢٠ – ٣٠٪ من الفترة الكلية حتى وصول العضلة إلى درجة استنفاد الجهد، وبذلك يصل النبض بعد التدريب في حدود ٩٥ ضربة في الدقيقة، أي أن النبض الناتج عن شدة التمرين يكون في حدود ٣,٧ ضربة زيادة عن المعدل، وأن عدد ضربات القلب تقل سريعًا بعد الانتهاء مباشرة من التدريب القصوي الأيزومتري، حيث تصل إلى معدلها الطبيعي في حدود دقيقة تقريبًا، وهذا يدلنا على أن حمل الدورة الدموية الناتجة عن التدريب الأيزومتري الإرادي القصوي قليل نسبيًا، ويخشى من التدريب الأيزومتري القصوي على جهاز الدورة الدموية، وذلك عندما لا تعطي فترات الراحة المناسبة بين كل تدريب مفرد وآخر، أو بين كل مجموعة وأخرى، حيث تحسب فترة الراحة المستحسنة، وعلى ذلك فإن طريقة (Lohnende Pause) أي فترة الراحة المستحسنة أو المناسبة والتي تستخدم في التدريب الايزوتوني تحسب كالآتي:

- يقاس النبض الطبيعي (العادي) للاعب ويسجل.
- يعطي حمل قصوي ١٠٠٪ ويقاس النبض بعده مباشرة ويسجل مع بدء تشغيل ساعة التوقيت.
- يقاس النبض بعد ذلك مرارًا وبمجرد هبوط النبض إلى مستواه الطبيعي حينئذ توقف ساعة التوقيت ثم يحسب الزمن الذي سجلته ساعة التوقيت يكون ذلك هو الفترة الكلية لإعادة النبض إلى حالته الطبيعية، ولحساب فترة الراحة المستحسنة يحسب ثلثي هذا الوقت أى بضربه × ٣/٢.

هذه الطريقة تحسب دائمًا للرياضيين وخاصة لرياضيي الفعاليات التي تحتاج إلى تدريب فردي، مثل فعاليات الركض (الجري) والسباحة والتجديف... الخ.

إن فترة الراحة الممنوحة تختلف من مرحلة إلى أخرى، أي تختلف بتغير مستوى اللاعب، وعلى ذلك تحسب على مراحل متفاوتة للتدريب، وبالنسبة للتدريب العضلي الأيزومتري القصوي ينصح بأن تكون هذه الفترة من دقيقة إلى دقيقتان، وعلى ذلك وختامًا لهذه المعطيات وبالنسبة إلى النتائج التي حصلنا عليها في التجارب السابقة نستنتج أن التدريب الأيزومتري للقوة العضلية ذو فاعلية وتأثير على نموها، أما تأثيره على جهاز الدورة الدموية والقلب فيكاد يكون معدومًا.

الإثارة العصبية العضلية في تدريب القوة

عند زيادة القوة الخارجية لابد من وجود استثارة مناسبة لمقابلتها، وحينئذ نجد أن قوة الإثارة الصادرة من الجهاز العصبي المركزي تتوقف على درجة المؤثرات الخارجية وتبعًا للدائرة العصبية المغلقة (دائرة رد الفعل) يتكون التوتر العضلي المناسب.

وكلما زادت القوة ودرجة التركيز الخاصة بالمثير الخارجي كلما زاد الاعطاء في الدفع العضلي اتسم مجال الإنتاج الحركي والعمل الخارجي والمعروف أن الإثارة العصبية تنتج توترًا استجابيا وهو الذي يحدث تغيرا وظيفيا مناسبا في حجم العضلة ويؤثر في الجهاز العضلي ويمكن في حالات خاصة تحديد أو تثبيت مقدار التغير في الشد العضلي أي تثبيت مقدار القوة وهي على مستوى عال، وما يمكن إدراكه من معنى التثبيت هو تكرار قوة الإثارة العصبية في نفس المقدار بالتدريب.

ان آلية الإثارة العصبية الصادرة التي تتأثر بها الحركة تلعب دورًا مهماً في نمو القوة... كماً وكيفاً... إن الجهاز العضلي العصبي هو الذي ينظم مقدار القوة الحركية عن طريق الإثارة العصبية وبالتدريب يمكن أن تتقدم الصفات النوعية للإثارة العصبية، وزيادة على ذلك فان مقدارها (في لحظة حدوث الدفع لزيادة المستوى الوظيفي وحالة الجهاز العضلي / العصبي) هو الذي يحدد أثر التدريب ولذلك كان لزاماً علينا استمرار شدة الإثارة العصبية مع استمرار التدريب لتزايد مقدارها ومن الأهمية بمكان معرفة أن مثل هذا العمل العضلي يتحقق تبعاً للسيطرة العصبية الحركية مع ملائمة النشاط الأساسي.

وأخيرًا .. يجب أن ندرك أهمية الإثارة العصبية اللازمة التوتر العضلي لغرض زيادة القوة وينبغي أن توضع موضع البحث لمحاولة تقديرها وضبطها.

وفي جميع الحالات يكون مقدار التوتر العضلي تبعاً لمقدار قوة الإرادة والقواعد الميكانيكية للحركة الخارجية والاستثارة اللازمة للإنتاج الحركي.

وهناك ثلاثة مبادئ أساسية لذلك هي:

١ ـ الاستثارة بواسطة الحمل عندما يكون التوتر العضلي نتيجة قوة الإرادة وتكون المقاومة الداخلية اللازمة للعمل أو الثقل المراد رفعه متوافقة مع زيادة مقدار الدفع.

٢ ـ الاستثارة بواسطة طاقة النشاط الإيجابي (الكينتك) عن طريق سقوط الحمل وعندما تكون قوة الإرادة اللازمة المحركة قوة حركية.

٣ ـ الاستثارة إراديّاً عندما لا تكون هناك استثارات حركية إضافية (من الخارج) في الحالتين الأوليتين تكون الحركة تبعاً لديناميكا العمل العضلي وفي الحالة الثالثة تكون بالتوتر الأيزومتري.

إن الاستثارة الزائدة تحدث في الحالة الأولى عن طريق زيادة الوزن وسرعة الحركة.

وفي الحالة الثانية عن طريق زيادة مسافة السقوط سواء بالنسبة للجسم أو الثقل، وفي الحالة الثالثة عن طريق زيادة قوة الإرادة التي تكون في الحالة الأولى ثابتة في مقدار معين للعضلات من قوة دفع ذاتية.

وهنا يجب أن نذكر ظاهرة التمنع في العمل العضلي حيث تقتضي قوة إرادية، ومثل هذه الاستثارة الإجبارية التي تتحرك عن طريق قوة الإرادة، وقد وجد أن الانقباض العضلي الذي يحدث بواسطة تيار كهربائي كوسيلة للتدريب يمكن استعمالها والاستفادة منها، ومن وراء التغير الكمي الناتج تتغير الحالة التدريبية للعضلات بواسطة قوة الإرادة والتوتر بدون حمل، وهذا ما يشبه ما يحدث في الحركة التي يمكن أيضاً أن تعطي الأثر دون الرجوع إلى تدريب القوة عن طريق محاولة التغلب على مقاومة خارجية مثل الأثقال.

القوة عند العمل الثابت للجهاز العصبي العضلي (القوة الثابتة)

تعتمد القوة الثابتة على التعرف الثابت أو الأيزومتري لوظائف الجهاز العصبي لذا يلاحظ حدوث تطابق بين القوة الداخلية والخارجية، إن هذا الشد العضلي والذي يعتمد على التمدد الداخلي للعضلة، لا يحدث تقارب بين منشأ العضلة ومدغمها، وهذا ما يسمى بالانقباض الأيزومتري، إن أماكن الاستقبال التي توجد في العضلات وأربطة المفاصل وأوتار العضلات تسمى بالحس الداخلي، بيد أن أماكن الاستقبال التي توجد في العضلات والمفاصل والتي تقوم بإبلاغ الجهاز العصبي المركزي عن كل ما يختص بالحركة ووضع الأطراف، ونتيجة هذه الإشارات يحدث توافق في انقباض العضلات وتنفيذ الأداء الحركي، بإتقان وفاعلية، أما إثارة جزء معين من المخ عن طريق الأداء الانعكاسي فلا يظل محصورًا في نطاق هذا الجزء في البداية، وإلا فإنه يؤثر على الأجزاء المحيطة وينتج عنه أثناء الحركة الجديدة التي تتم بطريقة غير اقتصادية، حيث تحتاج إلى قوة عضلية كبيرة وأن كثيرًا من عضلاته تتصلب مما يجعله يبذل جهدًا استثنائيًا أكبر من المطلوب، ونتيجة الحركات الجانبية الزائدة يحصل التعب السريع، إضافة إلى إجهاد المراكز العاملة بشكل غير عادي.

وخلال الحياة الميدانية يلاحظ تكرار مستمر للجهد الثابت، كما أن رفع الأثقال تثبت جهاز الرفع بمستوى الصدر، إن كمية الجهد الثابت أثناء أداء التمرينات الجسمية يتطلب شد أكثر من المضاد، إضافة إلى ذلك يؤدي إلى التعب السريع، أما سبب ذلك فيكون من جراء عدم وجود راحة وشد عضلي عالٍ يؤدي إلى نقل مثيرات كثيرة على الجهاز العصبي المركزي، وطبقًا لذلك تتطور من الخلايا العصبية ظاهرة التمتع الحركي (أي توقف الحركة أو عرقلتها)، كلما كان الشد العضلي كبيرًا كلما كانت مدة الجهد قليلة وبالعكس.

ولوحظ أن ظاهرة الشد الثابت تؤدي إلى تمنع في الأعصاب المركزية، وهذا بدوره يؤدي إلى تنظيم التنفس والدورة الدموية، أما أثناء تقليل الجهد الثابت مباشرة فتعمل العضلات

ويرتفع التمنع في الأعصاب المركزية بواسطة الإثارة، وبهذا يقوى نشاط عملية التنفس وجهاز الدورة الدموية فإحدى مميزات القوة الثابتة هي إمكانية تطور القوة في المجاميع العضلية المنفذة بشكل موضعي أو طبقًا للانتخاب.

القوة عند الحمل المتحرك للجهاز العصبي العضلي (القوة المتحركة)

تعتمد القوة المتحركة على التصرف الحركي للجهاز العصبي وأثناء هذا العمل لا يحدث تطابق بين القوة الداخلية والخارجية مع بعضهما، فإما أن تزداد القوى الداخلية (التغلب في العمل) أو أن تزداد القوة الخارجية (تراجع العمل)، فأثناء طريقة التغلب في العمل يحدث غالبًا في الحركات الرياضية، وهذه تسمح طبقًا للحركات أثناء تحريك وزن الجسم أو الوزن الإضافي أو التغلب على مقاومة الاحتكاك أو مقاومة مطاطية، وهنا تنقبض العضلة ويتقارب منشأ العضلة من مدغمها يسمى هذا العمل بالانقباض الأوكستوني.

أما أهم الأسس التي تحقق هذا النوع من الانقباض فهي حركات المنافسة بتوجيه متوافق (توافق جزئي) والتي تطور في تدريب القوة – تطور غير متكامل – عن طريق تمرينات السباقات ، أما تمرينات القوة العامة فليس لها أثر في تطور ذلك، إن القوة التي تتطور عن طريق التمرينات العامة للقوة يمكن أن تحول لهذا السبب عن طريق تمرينات السباقات والخاصة كما يتعلق وحركات السباق، فعلى سبيل المثال نأخذ مسار حركة مد الذراع ففي الوضع الابتدائي يمكن أن يفرض موقف يتناسب بين القوة الداخلية والخارجية، وهذا يعزي نسبيًا للقوى الخارجية مع علاقة ارتباط بعناصر نقل القوة وتحفيز مجموعة من الأعصاب في العضلة بما يتفق وذلك.

أما إذا سارت الحركة بصورة أعلى ترتفع متطلبات القوة الداخلية بسبب التغير الطويل لذراع المقاومة داخل نطاق الجاذبية الأرضية، لذا يتطلب أن تحفز أعصاب (شعيرات عضلية) أخرى للعضلة القائمة بالعمل، ويمكن أن يطلق عليه (تصرف توزيعي) على هذا العمل.

وخلال استخدام طريقة التراجع في العمل فيتم بمساعدة هذه الحركات، ويمكن على سبيل المثال تخفيف حدة الصدمة عند الفقرات أو أداء حركات البداية، لذا تتبع القوى الخارجية بتأثير مضاد وإيجابي في مثل هذه الحركات وبالتالي يبتعد منشأ العضلة عن مدغمها، لذا يحدث الانقباض الثابت وليس المتحرك للعضلة، أما الانقباض المتحرك فيحدث إذا كانت القوة الخارجية أكبر من القوى الداخلية، وأن القوة الداخلية قد عملت بحمل قصوي، فسرعة الحركة تتغير مما ينسجم وعزم القوة والتي هي مختلفة الحجم باختلاف مجال الحركة، لقد اعتبر أشكال ظهور القوة نتائج لعمل المجاميع العضلية، لذا يجب على المرء أثناء ملاحظة الوظائف الحركية لأشكال القوة أن يأخذ بنظر الاعتبار صفات الجهد

العضلي أثناء نشاط أي عضلة أو المجاميع العضلية المتعددة، لذا فالفعل الميكانيكي الأساسي الذي يعتبر درجة الشد العضلي هو دائمًا المغذي للمثيرات المختلفة.

وظهر أن هناك نوعين لمغذي المثيرات هما:

(أ) تنظيم النشاط النوعي بمختلف الوحدات الحركية.

(ب) التبادل في سرعة وعدد الحوافز المنقولة بواسطة الأعصاب الحركية.

القوة كنتيجة لأعمال مختلفة للجهاز العصبي والعضلي

نظرًا لاختلاف مسار حركات الألعاب والفعاليات الرياضية يتطلب تميزها طبقًا لعلاقة القوى الداخلية إلى الخارجية وبين العمل العضلي الثابت والمتحرك.

لقد تبين بأن الانقباض العضلي يتم بعد استلام الإشارة (الحافز) فقط وأن قوة انقباضها يعتمد بصورة جزئية على شدة المثير، وبناء على ذلك فإذا لم يعمل الجهاز العصبي المركزي على تزويد العضلة بصورة دائمة بمثيرات عالية كما يحدث أثناء الحمل القصوي فإن العضلة لن تتمكن من الانقباض بقوة، وفي هذه الحالة تبدو العضلة متعبة، إلا أن مكان التعب الحقيقي قد يكون تعب الجهاز العصبي المركزي، ونتيجة ذلك يحصل سلوك معين من التوافق بين الجهاز العصبي والعضلي والذي يتطلب الانتباه إليه أثناء اختيار وتطبيق التمرينات عند تدريب القوة، فخلال تمرينات السحب عالياً على الحلق والهبوط إلى وضع الصليب ثم الثبات في الوضع، تعمل قوة العضلات كالآتي: السحب إلى الأعلى لإمكان التغلب على المقاومة، الهبوط إلى أسفل صرف أو إعطاء من العمل المنجز، الثبات في وضع المحافظة على العمل المنجز.

إن صفة السحب والهبوط فهو الحركة، أما المحافظة على الوضع فهو الثبات، أما في طريقة استنفاد الجهد الكلي فتؤدي التكرارات على أساس المثيرات القليلة للجهاز العصبي المركزي الذي يصعب تكامل ربط وعزل الانعكاسات الإرادية، لقد وجد أن تحفز الجهاز العصبي المركزي يهبط في بداية التعب، لهذا السبب تطور طريقة استنفاذ الجهد الكلي بشكل أساسي قابلية الإعادة المستخدمة مع الجهد المناسب، أما في طريقة بذل الجهد لفترة قصيرة فتطور قابلية الجهد القصوي لمرة واحدة.

إن ظاهرة الشد الثابت تؤدي إلى تمنع في الأعصاب المركزية، وهذا بدوره يحقق تنظيم التنفس والدورة الدموية، أما أثناء خفض الجهد الثابت مباشرة فتعمل العضلات ويرتفع التمنع في الأعصاب المركزية بواسطة الإثارة، لذا يقوى نشاط عملية التنفس وجهاز الدورة الدموية.

ويأخذ الجهاز العصبي المركزي للرياضي بشكل واضح ما يحصل عليه من الانفعالات بكمية معينة، ثم يتفاعل ويكرر الدوافع الحركية في محيط العضلة، بذلك يحدث تحرك العضلة على شكل موجات لتحفيز الحواس، إن خواص مكونات الجهاز العصبي المركزي تمتاز بفاعليتها لأنها تحقق المؤهلات اللازمة لتحمل فاعلية التدريب الجيد، لذا يمكن مراقبة أثر الجهاز العصبي المركزي للرياضيين أثناء أدائهم حركة ما واقتصاد تحركهم، مع ملاحظة عدم قدرتهم على التحرك في بعض الأحيان بسبب عدم تكامل فعل ومستلزمات الجهاز العصبي المركزي.

العلاقة بين الجهاز العضلي والجهاز العصبي

هناك علاقة بين الإثارة ورد الفعل على الجهاز العضلي العصبي وتظهر في هذا مشكلة الاستعداد النفسي الوظيفي الفسلجي.

وما يمكن أن ندركه مبدئياً عن قوة الإثارة هو أنه إذا كانت ضعيفة فإنها تعطي رد فعل ضعيف ومع قدر كبير من الإثارة تزداد بالتالي قوة زيادة الإثارة.

كما نجد أن رد الفعل اللحائي (بريفري) في ترابط مع قوة الإثارة ويمكن أن يوضح لنا هذا الترابط العوامل التي تعتمد عليها الذي يمثل أحدهما انعكاس الأثر الحركي والآخر القوة العضوية التي تعرف بالأثر الميكانيكي، وبذلك يمكن الحصول على منحنى المسافة – الزمن للعمل الذي قام به العضو المتحرك.

ويوضح الشكل التالي المنحنى البياني الذي يبين أنه مع ارتفاع قوة الإثارة (والذي هو في هذه الحالة مقدار النشاط الحركي الميكانيكي للثقل الذي يمثل (ل ٢)، يزداد الأثرالحركي الذي يمثله (ل ١)، والذي نلاحظ أنه يثبت ثم تبدأ قوة الإثارة بعد ذلك بالانخفاض عندما تتعدى الحدود القصوى لها.

ويؤثر التدريب في تعديل المنحنى البياني لرد الفعل وفي مقدار المتوسط الحسابي له ونقطة البداية للمنحنى.

الشكل (٩٦) يمثل توضيح بياني لدفع ثقل ٦ كغم بالذراع على ارتفاعات مختلفة

وترتفع قدرة الجهاز العصبي العضلي في قوة الإثارة مما كان عليه في السابق ويصل إلى أكبر مقدار لقوى التوقف.

ويمكن أن تدرك مدى الترابط بين قدرة رد الفعل للجهاز العضلي العصبي في أكبر طاقة له وبين مرونة العضلات وزيادة الفعل العضلي ويجب أن ندرك أيضاً أن نقص المرونة في العضلات المثارة عند التوتر تظهر (أو تؤثر) من خلال القدرة على امتصاص النشاط الحركي (الكنتك) الحادث عند استقبال كتلة الجسم أو الثقل عند هبوطه أو سقوطه إلى أسفل والذي يتعلق أيضاً بالنشاط الوضعي (الكامن) الذي كان عليه.

وعند بدء الانقباض يتحول النشاط الحركي (الكنتك) إلى قوة دفع (زخم) كبيرة للعضلات تؤدي إلى زيادة أثر العمل الحركي الناتج ويمكن للرياضيين أن يستفيدوا من هذه الخاصة العضلية في تكوين الأسس الفنية (التكنك) للحركة الرياضية.

والأبحاث الخاصة بقدرة رد الفعل العضلي من جهة الإعداد الكيفي للجهاز الحركي للرياضي، أثبتت أن زيادة أو تقدم الأرقام القياسية في ألعاب القوى وخاصة في الوثب والرمي وكذلك حركات الأكروبات وفي القفز في الكرة الطائرة وكرة السلة جميعها مؤكداً، أى أن الحركات الرياضية التي تستخدم فيها القوة في زمن قصير وانتقال سريع للعمل العضلي من امتصاص للمقاومة (القوة الخارجية) إلى حركة انطلاق.

ولكن عند رياضيي الدراجات وعدائي المسافات المتوسطة والطويلة تكون قدرة رد الفعل ضعيفة، وينعكس هذا على الجهاز العضلي العصبي من حيث الكيان الوظيفي الحركي، كما أنها تختلف في مقدارها باختلاف أنواع الفعاليات الرياضية حيث أنها مرتبطة بالنشاط الوظيفي (عن فيدسكي).

إن ارتقاء رد الفعل الحركي لم يمكن إدراكه بصورة واضحة لأن تواجده يتداخل مع الحالة التدريبية للرياضي في نوع تخصصه في النشاط، وقد جاءت المحاولات الأولى للبحث بنتائج حسنة ولذلك كان من الممكن التعمق النظري في هذه المناقشة لمحاولة استخلاص الطرق التي يمكن بها حل هذه المشكلة.

ومن حيث فسيولوجية الجهاز العصبي العضلي فمعروفٌ أن الإشارة العصبية الصادرة للقيام بدفعات متعددة ومتكررة تكون أقل رابطاً عما إذا كانت هذه الإشارة العصبية لدفعة واحدة فقط، وأن كل إشارة عصبية سواء كانت مدتها قصيرة أو طويلة، فإنها تترك أثراً في الجهاز العصبي حيث تنتج في زمن معين نشاطاً نسبياً معيناً، كما نجد أن له أثر كبير على الأجهزة العضوية للجسم وما يتبع ذلك من الملائمة المتغيرة من حيث الكيان الوظيفي المرتبط به، وهذا هو الأساس الحقيقي لارتقاء الحالة التدريبية بقدر معلوم بصرف النظر عن أي تعطيل لانتظام التدريب.

وقد وجدت في بعض المراجع بالنسبة لهذا الموضوع أراء مختلفة كثيرة وعلى سبيل المثال.
وجد أنه يمكن زيادة القدرة الحركية بالتدريب بدون أثقال، كما أمكن زيادة العلاقة بين القوة والسرعة عن طريق استخدام الأثقال.

ومن جهة أخرى لم يحدث تقدم في نتيجة الوثب العالي بعد أداء تمرينات استخدمت فيها أثقالاً، بينما وجد ضعف من نتيجة دفع الثقل (الجلة) بعد استخدام ثقل (جلة) أكبر وزنًا.

وهناك بعض التجارب تختلف في نتائجها عن هذا وذاك نتيجة اختلاف الظروف في التجارب (الثقل أو الحمل وخفة الحركة وتوافق الحركة .. الخ).

وقد وجد أن التوتر العضلي الثابت والذي يعقبه عمل حركي ديناميكي له أثر إيجابي بالرغم من أن الشد الثابت (التوتر) الأيزومتري متعب وشاق، وعندما يقل الأثر الديناميكي الحركي للعمل إلى نسبة ٢٠٪ فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الأمر الذي يدل على أن التوتر الثابت له أثر مباشر على تنمية القوة.

إن العمل الديناميكي مع زيادة الثقل والتوتر المركز مع حجم بسيط نسبيًا في كمية التدريب (التكرار) له أثر إيجابي على الجهاز العصبي المركزي الذي ينعكس بالتالي على الجهاز الحركي ومن ثم تتقدم كل من السرعة والقوة.

إن الإفادة من تدريب القوة يرتبط بالظروف العملية للسرعة الناتجة والأثر الحركي المرتبط بها تبعًا للاعتبارات الآتية:

أولاً: أن مقدار التقدم في النشاط الحركي يتبع مباشرة ارتقاء قوة التوتر، وكذلك لابد من توفر قوة مركزة في الحركات التي تحتاج إلى ذلك مثل الوثب ودفع الثقل (الجلة) والتجديف ماركوف .

ثانيًا: يجب توجيه التنبيه المناسب لزيادة الحالة الوظيفية للجهاز العضلي العصبي عند استعداد الفرد للاشتراك في منافسة أو أداء حركة سريعة مع قوة كبيرة ، وبذلك نحصل على أثر إيجابي عندما نصل بهذه الحالة إلى المستوى المثالي، وينتج عن التنبه الزائد للجهاز العصبي المركزي أثر سلبي على دقة وتوافق الحركة.

- إن أثر رد الفعل في الجهاز العصبي أو نتيجته على العمل الذي ينتج عنه أو يبنى عليه، يرتبط بعدة عوامل أهمها شدة الإثارة العصبية والتعب العضلي وعلى طول الفترة الزمنية التي تفصل بين الحركة والحركة الأخرى التي تليها.

ووجد أن أكبر مقدار مع زيادة القوة الديناميكية الحركية يمكن الحصول عليها بعد توتر عضلي ثابت مع ثقل بقدر ٥٠٪ ويصل إلى ٩٠٪، بينما كان أقل مقدار من الزيادة (٦,٧٪ أو ٥,٨٪) نجده مع حمل ثابت بحوالى ٢٥٪ وبالمثل إذا كان ١٠٠٪.

ولكن مع تحسن الحالة التدريبية للاعب يمكن أن تتغير هذه النسب التي سبق ذكرها مع متابعة التكرار وزيادة الحمل تدريجيًا وبدرجة مناسبة حتى يصل تقريبًا إلى ١٠٠٪.

ويتبع ذلك زيادة شدة الإثارة العصبية التي ينتج عنها أثرًا إيجابيًا ولو أنه من الضروري الوصول إلى الدرجة المناسبة للقوة وليس إلى أكبر درجة ممكنة.

- إن شدة الإثارة تتعلق أيضاً بمقدار الزمن اللازم للوصول إلى أكبر مقدار أو ترتبط بالقيمة الابتدائية لتزايد القوة وطول زمن دوام الأثر الناتج عنه ولذلك كانت البداية بالنسبة للعمل الذي سيعقبه لها أهمية كبيرة.

- إن تأثير تدريب القوة عند الرياضي يتعلق بمقدار كمية التدريب وتركيز الحمل، وعلى ذلك كانت كمية التدريب المتوسطة بالأثقال في أيام متتابعة أو بعد كل يومين له أثر إيجابي انقباضي على الجهاز الحركي.

- إن الوثب العمودي لارتفاع ما بين ٠,٧٥ إلى ١,١٠ مترًا بتكرار ١٠ على مجموعات من ٢ إلى ٣ كوسيلة استثارية تعطي أثرًا في زيادة القوة ما بين ٥ إلى ٦ أيام.

- إن الفائدة التي يهدف إليها التدريب تتمثل في الطموح إلى زيادة القدرة والنشاط كنتيجة فعالية تدريب القوة مع خفض كمية التدريب (الحجم الكلي) ويمكن أن يكون ارتقاء الكفاءة الحركية على أساس القيام بعمل حركي في جرعات مناسبة مع توفر التوتر العضلي السريع الذي يعتمد بدوره على الجهاز العصبي المركزي.

- إن هناك مجموعة من التمرينات الخاصة تنمي القدرة على الوثب العمودي (كمقياس لقوة عضلات الرجلين) ينتج عنها تقدم القوة التي يمكن تمييز أثرها في سباقات ألعاب القوى ويمكن استنباطها ليؤديها الرياضيون على سبيل اختبارات ووسائل تقييم مصادر القوة في أشكال مختلفة من الأداء الحركي.

ويمكن القول بأن النشاط الرياضي بصفة عامة له فائدة تعزى إلى الإمكانات الوظيفية الكبيرة للأجهزة العضوية بصفة عامة، ولذلك أصبح موضوع البحث عن اللاعب والمدرب داخلاً في مجال النظرية والتطبيق يتمركز في النشاط العصبي الذي تبنى عليه تنمية القدرة على الإنتاج الحركي.

وبذلك كانت الفعاليات التي تظهر في منافساتها اختلاف الأفراد في خبرتهم المهارية وحالتهم التدريبية، فإن القوة يكون لها أهميتها حينئذ.

وقد وجد أيضاً أن زيادة القوة العضلية لا يتبعها دائما زيادة الحجم العضلي، ولو أنه في بعض الأحيان وعند زيادة الثقل أو بطء المقاومة، يمكن أن يتحقق ذلك ويتضح من هذا أن التغير الذي يحدث في العضلة من حيث القدرة على زيادة القوة يرجع إلى الطريقة التي

اتبعت في التدريب وبذلك أصبحت الطريقة التي يمكن تطبيقها في تنمية وتطوير القوة هي الأساس في المشكلة التي نحن بصددها .

وعلى ضوء ما ذكر يمكن القول بأن التدريب من حيث الجانب العصبي هو عملية تفريغ الطاقات العصبية على صورة نشاط حركي كما أنه عملية توجيه للترابط الذي يجمع بين الطاقة الكامنة والطاقة الحركية للقوة، وبذلك يمكن أن نرجع الإنجاز ودرجته أو مستواه إلى الاستعداد العصبي الذي يملكه الفرد، وعلى المدرب أن يميز بين الفرد والآخر في هذه الدرجات المختلفة للجهاز العصبي سواء عند تحديد نوع الفعالية التي تناسبه لممارستها (أي فعالية رقمية أو قتالية أو فوقية) أو تحديد درجته في الإنجاز في هذه الفعالية حيث يمكن أن نميز على ضوء ذلك اللاعب الذي يمكن أن يصل إلى المستوى الدولي أو المستوى المحلي أو المستوى الأقل من ذلك حيث يمكن القول بأن الجهاز العصبي للاعب الدولي غيره للاعب المحلي في درجة طاقته الكامنة، وهكذا يمكن القول أن عملية التدريب من الناحية العصبية هي عملية ترجمة الطاقات الكامنة إلى طاقات حركية موجهة تؤديها العضلات على شكل مهارات مختلفة تتميز بقدر معين من القوة والسرعة ودرجة الاستمرارية الحركية مع المحافظة على القوة في درجاتها المختلفة التي قد تكون الدرجة العظمى أو الأقل وكذلك سرعته في التتالي الحركي.

في التدريب يحاول الفرد تنمية مقدار الإثارة العصبية والجهد العصبي ودرجة ضبطهما بما يتطلبه الأداء الحركي للإنجاز الأفضل، والعضلات في هذه الحالة هو العضو الذي يستجيب لهذه الاستثارة، وفي هذا يجب أن تكون في حالة جيدة ومناسبة للاستجابة للمثير العصبي، حيث يمكن على هذا الاعتبار أن نفسر التمزق العضلي على أنه عدم القدرة العضلية على الاستجابة العصبية بوجودها في حالة غير مناسبة، كما أن التوتر العضلي يمكن أن يفسر على أنه طاقة عصبية كبيرة موجهة إلى العضلات أكبر مما هو مطلوب للإنجاز الحركي مع اختلاف الضبط العصبي المطلوب للانقباض.

إن رد الفعل الخاص بالطاقة العصبية هو الانفعال الذي يرتبط درجته مع قوة وسرعة الحركة التي يمكن أن يؤديها الفرد في أثناء التمرين أو المباراة، ولأجل أن يكون رد الفعل كاملاً بالنسبة للطاقة العصبية ويلزم لذلك ما هو معروف بالتركيز وما يرتبط معه ببرهة الانتظار التي يحتاج إليها التركيز في محاولة التخلص أو طرد جميع ما قد يشترك من مثيرات أخرى جانبية مع ما هو مطلوب القيام به من حركة .

ويمكن هنا أن نفهم الحاجة إلى التركيز عند القيام بالحركة الرياضية على أنها محاولة تتصل بالأهداف التالية:

١- التخلص من المثيرات الجانبية المعطلة للتفرغ الكامل للطاقة العصبية بما يناسب الإثارة اللازمة للأداء الحركي.

٢- رفع مقدار الجهد العصبي اللازم للطاقة العصبية.

٣- تحويل الطاقة العصبية إلى طاقة حركية وانفعال وما يلزمه من متغيرات ترتبط بالجهاز الغددي والدوري والتنفسي.

٤- ضبط القدرة المناسب اللازم للأداء الحركي من حيث القوة والسرعة وتوجيه التعاون بين العضلات العاملة والمساعدة والعضلات المضادة بما يلزم لدقة الأداء من انقباض وارتخاء.

٥- مراجعة تصورية للأداء الحركي.

إن ارتباط التدريب بالجهاز العصبي جعلت من الأهمية بمكان إدراك المدرب لقيمة الجوانب الآتية ووضعها في الاعتبار عند وضع وتنفيذ البرامج التدريبية وهي:

١- تناسب طاقة الجهاز العصبي للاعب مع نوع الفعالية التي يوجه إليها ويمارسها الفرد.

٢- وضع المثيرات اللازمة في التمرين لضبط المقدار اللازم للإنجاز المطلوب تحقيقه والتي يمكن أن تكون:

- مثيرات قوية جداً للقوة العظمى.
- مثيرات متوسطة.

الفروق الفسيولوجية بين العضلات العاملة للقوة والعضلات العاملة للمطاولة:

١- الحجم: تتسم عضلة القوة بكبر حجمها وكبر مساحة مقطعها (تتناسب قوة العضلة طرديًا مع مساحة مقطعها) في حين تتميز عضلة الجلد بالانسيابية وقلة الحجم مقارنة بعضلة القوة وهي بذلك لا تمثل عبئًا على اللاعب أثناء أداء المجهود الذي يستمر غالبًا لفترات طويلة.

٢- الشعيرات الدموية: نظرًا للمجهود المتواصل الذي تقوم به عضلة الجلد فإنها محتاجة باستمرار إلى نشاط كبير في الجهازين الدوري والتنفسي، لذلك فإن الشعيرات الدموية منتشرة فيها بكثرة في حين أن عضلة القوة ليست في حاجة لهذا العدد الكبير من الشعيرات الموجودة في عضلة الجلد.

٣- لون العضلة: عضلة الجلد مائلة إلى الاحمرار لكثرة الشعيرات الدموية الموجودة فيها ولكثرة وصول الهيموغلوبين القادم من الدم إليها في حين أن عضلة القوة لونها باهت.

٤- قوة وزمن الانقباض: عضلة القوة تخرج انقباضًا سريعًا وقويًا، أما عضلة الجلد فتخرج انقباضًا بطيئًا وطويلاً.

٥- عدد الوحدات الحركية: تنقبض معظم الوحدات الحركية للعضلة إذا عملت للقوة، في حين تنقبض بعض الوحدات عندما تعمل عضلة الجلد.

٦- استهلاك الأوكسجين : عضلة القوة تستخدم الدَّين الأوكسجيني *Oxygen Debt*، أي أنها تعمل في غياب الأوكسجين (لاأوكسجينية *Anaerosbic*) في حين أن عضلة الجلد تعمل عند توفر الأوكسجين وبالتالي فنسبة استهلاكها للأوكسجين أكبر.

٧- المطاطية : عضلة الجلد أكثر مطاطية *Elasticity* من عضلة القوة وبخصوص تدريب مطاولة القوة كصفة بدنية مهمة تعتمد عليها اللياقة البدنية العامة والخاصة، عند المبتدئين وعلى نطاق الرياضة المدرسية فقد جاء في مصدر أساسيات علم التدريب الرياضي (لديترش مارتن *Dietrich Martin*) بأنه: يتم تطوير مطاولة القوة بشكلها العام في نطاق الرياضة المدرسية وعلى الأكثر باستخدام التدريب الدائري وذلك لأسباب تنظيمية واحتياطية لها تأثير عالي في الإسراع بتنمية وتطوير عملية تبادل المواد داخل الجسم والتي لها قيمة صحية كبيرة للطالب.