مقدمة :

لانود التعرض مرة أخرى لمشكلة نقص معلومات التدريب الرياضى وأنها السبب فى الهزال الذى أصاب مستوياتنا الرياضية؛ وانما نود الاشارة فقط إلى أن كافة النتائج الرياضية التى توصلت اليها فرقنا القومية وفرق انديتنا فى مبارياتها مع الفرق الاجنبية قد اثبتت سلامة أننا بصورة لا تقبل مجالاً لأى شك، وبالرغم من ذلك لم نلاحظ ما يدل على أن أى من الجهات المسئولة قد بدأت... أو حتى تنوى معالجة هذا النقص.

واستمرار لمجهودنا السابقة على طريق سد نقص المعلومات نقدم مرجعنا هذا والذى يتناول موضوع تدريب وفسيولوجيا القوة العضلية. وفى الجزء الأول يتعرض المرجع لمعلومات عن الفسيولوجى الرياضى هامة لفهم عملية التدريب والآثار الناتجة عنها. ويتناول الباب الثانى موضوع القوة العضلية وأشكال ظهورها المختلفة. وفى الباب الثالث قدمنا الجوانب الخاصة بقياس القوة العضلية حين تعرضنا لبعض النقاط التى تخص عملية الاختبارات الحركية بصفة عامة بالاضافة إلى الجوانب المتعلقة بقياس القوة العضلية بصفة خاصة.

وكان من الضرورى أن نتعرض لجانب ثار ويثور حوله نقاش مستمر الا وهو «قابلية القوة العضلية للتدريب».... وهو موضوع الباب الرابع، وارتباطاً بذلك تناولنا فى الباب الخامس طرق تدريب كل من قدرات القوة المختلفة بشىء من التفصيل.

وقدم الباب السادس مشكلة تخطيط وتقسيم تدريب القوة الى فترات. وكان من الضرورى أن نتعرض فى الباب السابع الى الجانب الوقائى عند تدريب القوة حيث تعرضنا للأخطار والمشاكل التى يمكن أن تنشأ أثناء تدريب القوة واجراءات الوقاية منها. وفى النهاية قدمنا موضوع تدريب القوة أثناء مراحل الطفولة والصبا. والله نسأل أن نكون قد وفقنا الى تحقيق الهدف المنشود.

د. السيد عبد المقصود

مايو ١٩٩٦

تمهيد

القوة العضلية

تنتج كافة حركات الانسان عن:

(١) عمليات التوافق التى يقوم بها الجهاز العصبى المركزى. «نشاط الجهاز العصبى المركزى كجهاز يقوم بالتوفيق بين عمل الأجهزة المختلفة بالجسم».

(٢) الأجزاء الطرفية للجهاز الحركى «الأطراف.... الجهاز العضلى». ولا يحتاج الأمر الى الاشارة الى أنه بدون القوة العضلية لايمكن أداء أية حركات بدنية. كذلك يرجع الفضل الى قدرة الانسان على الحركة داخل بيئتة اليها. ويؤدى اى تغيير فى حجم واتجاه استخدام القوة الى تغيير فى سرعة وخصائص الحركة.

وإذا تحدثنا عن القوة كأحد قيم علم الطبيعة فيمكننا الحديث عن المقاومة الخارجية؛ وقوة الانقباض العضلى التى تواجه هذه المقاومة. ومن الممكن أن تكون هذه المقاومة الخارجية عبارة عن الجاذبية الأرضية والتى تكون مساوية لوزن الرياضى؛ أو رد فعل نقطة الارتكاز التى يحدث ضغط عليها... مقاومة اداه خارجية أو زميل عند اداء حركة ما... ثقل.... إلخ.

ومنذ عام ١٩٤٦ اشار فيبرWeber إلى أن قوة العضلة تتناسب طردياً مع مقطعها الفسيولوجى. وبالرغم من أن هذه الحقيقة نتجت عن تجارب اديت على عضلات حيوانات إلى أنه عند ثبات الظروف الخارجية تنطبق هذه القاعدة ايضاً على عضلات الانسان، وأكدت كافة التجارب التى أديت فى مجالى التشريح والفسيولوجى على صحة هذه العلاقة. كذلك اشارت العديد من الأبحاث إلى أن تحسين التوجيه العصبى مهم أيضاً لمستوى القوة العضلية ولأسلوب ادائها (كوربوكوف Korbokow ١٩٥٤... زيمكينSimkin ١٩٥٦... وآخرون). إذ اثبتت أبحاث الفسيولوجى الرياضى أنه يمكن أن يحدث تغيير فى درجة الانقباض

العضلى تحت تأثير الجهاز العصبى المركزى. وكما لاحظ زيمكين فإنه من المهم جداً تهيئة الامكانات لانقباض العضلة. وترتبط هذه التهيئة بتوافر ايقاع مثالى لتوصيل الاشارة العصبية للعضلة. وتوجد علاقة بين هذه التهيئة وبين درجة انقباض الألياف ومدى تأثير الأعصاب. وتتطلب الأخيرة دائماً درجة تكيف معينة.

ويتوقف مستوى القوة عند أداء تمرينات بدنية فى الدرجة الأولى على بناء ردود أفعال شرطية تضمن مستوى تركيز جيد لعمليات الاثارة والاعاقة، وعلى عدد الألياف العضلية المشتركة فى هذا الانقباض وأخيراً على مستوى الاثارة التى تحدث فى العضلات المقابلة.

وعند انقباض عضلة ما لا تشترك كافة اليافها فى عملية الانقباض. وكلما ازدادت قوة الاثارة كلما ازداد عدد الألياف العضلية المشتركة فى هذا الانقباض. واثبتت ابحاث فسيولوجية ان مد «مط» العضلة قبل العمل العضلى يؤدى الى انقباضها بصورة أسرع وأقوى. ونتيجة لذلك يتم فى النشاط الرياضى استغلال مرونة العضلة للاسهام فى التوصل الى بذل مستوى قوة أكبر. ويمكن مد العضلة وهى فى حالة توتر من بذل أقصى مستوى قوة لها. ويذكر ستشنوف Setschnow أن الثقل يؤثر على العضلة فى اتجاهين متضادين. إذ يمطها... مثل أى جسم مطاط وفى نفس الوقت يزيد من قوة انقباضها.

ويتوقف رد فعل العضلة فى المقام الأول على قوة الاثارة «بافلوف». وفى هذا الخصوص تحدد القوة الخارجية «الحمل» مستوى القوى الداخلية «قوة العضلات». ويمكن للانسان بذل أقصى قوة له عند استخدام مقاومة تعادل القوة.

وأشارت أبحاث كنبست Knipst ان كافة العوامل المؤثرة على قوة الانسان العضلية التى أمكن الوقوف عليها حتى الآن تتحدد تبعاً لمستوى ونوعية الجهاز العصبى المركزى. ويمكن لأى من هذه العوامل «حالة الأعضاء الداخلية.... التوافق العضلى العصبى.... حجم كتلة العضلة.... الخ». ان يغير من مقدار القوة التى تنتجها العضلة.

ويستخدم مصطلح القوة المطلقة للدلالة على أقصى قوة يمكن أن تنتجها عضلة منعزلة. ويستخدم الفسيولوجيون هذا المصطلح بمعانى مختلفة. فينظر البعض الى مصطلح القوة المطلقة على أنه النسبة بين أقصى قوة للعضلة وحجم مقطعها الفسيولوجى (برنشتين Bernstein - فارفل Farfel.... كريستوفنيكوف Krestofnikow ..... وآخرون.

$$\text{القوة المطلقة} = \frac{\text{أقصى قوة للعضلة}}{\text{مقطعها الفسيولوجى}}$$

ويفهم آخرون تحت هذا المصطلح «أقل مستوى ثقل لا تتمكن العضلة من رفعة»..... أو بمعنى آخر أول مستوى ثقل تكون العضلة غير قادرة على رفعه (بريتوف Beritow ..... بيكوف Bikow ..... وآخرون).

ويرى الفسيولوجيون أن قوة الانسان تتناسب طردياً مع كتلة عضلاته. ومن ناحية أخرى يشير البيولوجيون الى أنه مع زيادة كتلة العضلة لدى الثدييات يقل مستوى قوتها النسبية. وينطبق هذا القانون على الانسان أيضاً.

ولذلك يدعو كريستوفنيكوف الى استخدام المصطلحين «القوة المطلقة.... والقوة النسبية». ويقصد بالأخيرة أقصى قوة منسوبة إلى ١كجم من وزن الجسم.

$$\text{القوة النسبية} = \frac{\text{القوة القصوى}}{\text{وزن الجسم}}$$

ويتطلب أداء كل نشاط بشرى طاقة بيولوجية، وكلما ازداد حجم المقاومةالتى يتعين التغلب عليها كلما ارتفع مستوى استخدام الطاقة. وتنتج هذه الطاقة البيولوجية عن انقسام ثلاثى ادينوزين الفوسفات«ATP». ويكون محتوى العضلة من هذا المركب الكيميائى ثابت طالما يتم اعادة تجميعه عن طريق العمليات الهوائية و / أو اللاهوائية بصورة فورية. ولذلك ترتبط زيادة مقدار القوة التى تبذلها العضلة «مع ثبات الظروف الأخرى مثل طول العضلة عند بداية

الانقباض.... وضع الجسم... إلخ» اساسا بزيادة مستوى انتاج الطاقة البيولوجية. ويمكن التوصل الى زيادة مستوى امداد العضلة بالطاقة عند بذل القوة بعدة طرق. ويتواجد الجزء الأكبر من الـ ATP فى الألياف العضلية.

وعند أداء انقباض عضلى لمره واحدة يتم أداء هذا الانقباض عن طريق تزامن انشطة عدد كبير من الألياف العضلية. إلا أنه من غير الممكن أن تشترك كافة الألياف الموجودة فى العضلة فى أداء انقباضة واحدة إرادية «أو فى الانقباض العضلى بصفة عامة»؛ إذ يتم بصفة مستمرة ادخار جزء من هذه الألياف. وبصفة عامة لا يحدث تزامن لدى غير المدربين فى أكثر من ٢٠٪ فى أنشطة الياف العضلة المثارة «فى العضلات الصغيرة تصل هذه النسبة الى ٥٠٪». ومع تحسن مستوى الحالة التدريبية يحدث تطور فى قدرة الألياف العضلية على التزامن ويمكن أن تصل هذه النسبة الى ٩٠٪. ويوضح ذلك الى أى مدى يمكن تطوير مستوى القوة عن طريق الارتفاع بمستوى تزامن أنشطة الألياف العضلية. وسوف يتم تناول ذلك بالتفصيل فيما بعد.

ويشكل تحسين مستوى التوافق داخل العضلة «التزامن» أحد طرق الارتفاع بمستوى القوة العضلية. ويمكن التوصل الى ذلك عن طريق أداء أقصى انقباض عضلى ممكن لمرة واحدة مما يؤدى الى تنشيط أكبر عدد ممكن من الألياف العضلية.

وأوضحت الأبحاث التى أديت على الثدييات انه يوجد ثلاثة أنواع من الألياف العضلية «ألياف سريعة.... ألياف بطيئة.... ألياف وسط» وعند أداء انقباض عضلى وحيد تبلغ سرعة انقباض العضلات السريعة من ضعفين الى ثلاثة أضعاف سرعة انقباض العضلات البطيئة. ومع ثبات قطر الألياف العضلية يقوم العصب الذى يغذى الألياف السريعة بتوصيل الاشارة بصورة أسرع من ذلك الذى يغذى الألياف البطيئة. ونتيجة لذلك تنتج الخلايا العصبية «النيرونات» التى تغذى الألياف السريعة عدد أكبر من الدفعات العصبية.

كذلك أوضحت التجارب أنه عند تبديل الأعصاب التى تنقل الاثارات الى كل من الألياف السريعة والبطيئة «أى فصل العصب المغذى للألياف السريعة وتوصيله بالألياف البطيئة والعكس» يحدث تغيير فى الحالة الوظيفية للعضلة، أى تصبح الألياف السريعة بطيئة والعكس. وتسمح نتائج هذه التجارب بالاستنتاج بأن الخصائص الوظيفية للألياف العضلية تنتج عن خصائص العصب الحركى الذى يغذيها (ساسيورسكىSaziorski ١٩٦٥).

وفى عملية تطوير مستوى القوة العضلية يتم اساساً الارتفاع بمستوى تزامن أنشطة الألياف العضلية البيضاء. كذلك يمكن باستخدام تدريب خاص تغيير تكوين الخلايا الحمراء «مما يؤدى الى حدوث زيادة فى سرعة انقباضها». ونتيجة لذلك يتطلب تدريب القوة العضلية أداء تمرينات تستمر لفترة طويلة وكذا تمرينات تتميز بارتفاع مستوى شدتها وقصر فترة استمرارها مما يؤدى الى نشأة إثارات قوية لفترة قصيرة بالجهاز العصبى المركزى.

ويحدث الارتفاع بمستوى تزامن أنشطة الألياف العضلية «زيادة عدد الألياف التى تشترك فى الانقباض» من خلال أداء انقباض عضلى يستمر لفترة قصيرة وبدرجة شدة عالية. ونود الاشارة فى هذا الخصوص الى معلومة ذات أهمية خاصة؛ الا وهى أن مثل هذا العمل العضلى لا يؤدى إلى حدوث زيادة فى المقطع العرضى للعضلة وبالتالى لا يؤدى الى حدوث زيادة فى كتلة العضلة. وتنتج الزيادة التى تحدث فى مستوى القوة فى هذه الحالة عن زيادة عدد الألياف العضلية التى تشترك فى عملية الانقباض «الارتفاع بمستوى التزامن».

ويرجع السبب فى عدم حدوث زيادة فى كتلة العضلة عند اداء تدريب من هذا النوع الى أن التمرينات المستخدمة يتم اداؤها بدرجة الشدة القصوى وقبل القصوى، ولذا لا يمكن أن يستمر الرياضى فى ادائها لفترة طويلة أو بعدد مرات تكرار كبير. ويؤى ذلك إلى أن يكون مجموع الأحمال التدريبية فى الوحدة التدريبية الواحدة عند أداء تدريب من هذا النوع صغيراً جداً بصورة لا تؤدى الى توفير ظروفاً مناسبة لتنشيط العمليات البيوكيميائية بالقدر الضرورى لحدوث

عملية تعويض زائد كبيرة فى الخلايا البيضاء أثناء الفترة التى تلى الحمل ينتج عنها زيادة فى حجم العضلة. وأوضحت التجارب أن عملية التعويض الزائد التى تحدث أثناء فترة الراحة فى الخلايا البيضاء تزداد كلما تم الاقلال من فترات الراحة لصالح فترات العمل «تدريب أطول - فترات راحة أقصر».

وتحدث الزيادة فى مستوى القوة العضلية الناتجة عن مثل هذه التدريبات اساساً من خلال تقوية ارتباطات ردود أفعال شرطية مناسبة فى الجهاز العصبى المركزى. وتضمن هذه الارتباطات:

(١) الوصول الى مستوى التركيز الضرورى لعمليات الاثارة؛

(٢) الارتفاع بمستوى قابلية العضلة للاثارة؛

(٣) الوصول إلى مستوى الشدة المثالى للدفعات العصبية التى يتم توصيلها عبر العصب الحركى وكذا إلى أن تصل هذه الدفعات الى العضلة بمستوى تردد مثالى.

ولتحسين مستوى التوافق بين العضلات أو المجموعات العضلية أهمية كبيرة فى تحديد مستوى القوة التى يتم بها أداء الحركات. ويؤدى مستوى توافق جيد إلى أن تقوم كل من العضلات العاملة والمقابلة بواجباتها بصورة أفضل مما يؤدى بالطبع الى زيادة مستوى القوة الناتجة عن العمل.

كذلك يمكن زيادة مستوى القوة عن طريق زيادة كتلة العضلة. «إذ وكما ذكرنا سابقاً» يزداد مستوى القوة التى تنتجها العضلة بصورة طردية مع زيادة مقطعها الفسيولوجى.

وينتج التضخم Hypertrophie الذى يحدث فى العضلة عن زيادة شدة عمليات تبادل المواد تحت الظروف اللاهوائية مما يؤدى الى حدوث عمليات استعادة استجماع قوى فى الخلايا البيضاء «وفى الخلايا الأخرى أكثر» أثناء فترة الراحة. وكلما تم استهلاك قدر أكبر من محتوى الخلايا البيضاء من الطاقة أثناء أداء الحمل كلما زاد مقدار التعويض الزائد أثناء فترة الراحة.

ولزيادة كتلة العضلة لا يستدعى الأمر أداء انقباضات عضلية بدرجة الشدة القصوى؛ إلا أن الانقباض العضلى يجب أن يبلغ من الشدة بحيث يتم امداد العضلة بالطاقة عن الطريق اللاهوائى. ويجب أن يستمر العمل بحيث يتم تنشيط عمليات تبادل المواد بالقدر الضرورى.

وبالاختصار يمكن القول بأن أداء التمرينات بدرجة الشدة القصوى وقبل القصوى يؤدى الى تحسين عمليات التوافق فى اتجاه الارتفاع بمستوى تزامن انشطة الألياف العضلية. وللارتفاع بمستوى التوافق بين المجموعات العضلية أهمية كبيرة فى تطوير مستوى القوة الناتج عن عمل هذه المجموعات.

وكلما اقترب مستوى شدة اداء التمرينات من درجة الشدة القصوى كلما كانت الزيادة فى حجم العضلة التى تنتج عن هذا الأداء أقل وعلى العكس من ذلك تؤدى الانقباضات العضلية ذات درجة الشدة المنخفضة والتى يستمر اداؤها للدرجة التى يتم معها امداد العضلة بالطاقة عن طريقة اللاهوائى.... تؤدى الى زيادة كتلة العضلة. نستنتج مما سبق انه ليطور مستوى القوة لدى الرياضيين الذين يمارسون رياضة المستويات يمكن استخدام أى من الأساليب التالية:

(١) تطوير مستوى القوة العضلية دون التركيز على تنشيط عملية تبادل المواد، وبذا دون احداث زيادة كبيرة فى كتلة العضلة. وتنتج الزيادة فى مستوى القوة فى هذه الحالة اساسا عن التحسن الذى يحدث فى الارتباطات الشرطية المنعكسة فى الجهاز العصبى المركزى والتى ترتبط بدورها بتحسن فى مستوى التوافق داخل العضلة «التزامن» كذلك يمكن التوصل الى نتيجة مشابهة عن طريق تحسين التوافق بين المجموعات العضلية.

(٢) تطوير مستوى القوة العضلية عن طريق زيادة كتلة العضلة. ويكمن هذا الأسلوب فى الارتفاع بمستوى شدة عمليات تبادل المواد داخل العضلة وفى نشأة ارتباطات شرطية منعكسة تناسبها فى الجهاز العصبى المركزى والتى تسهم أيضاً فى تحسين التوافق العضلى الضرورى.

(٣) تطوير مستوى القوة العضلية باستخدام الأسلوبين المذكورين عالية معا.

وتحدث الزيادة فى مستوى القوة العضلية التى تنشأ عن استخدام الأسلوب الأول بصورة أسرع منها عند استخدام الأسلوب الثانى، إلا أن المستوى يكون غير ثابت. وعلى العكس من ذلك تحدث الزيادة فى مستوى القوة العضلية التى تنتج عن استخدام الأسلوب الثانى بصورة أبطأ إلا أن المستوى الذى يتم الوصول اليه يكون ثابت؛ كذلك يتم تطوير مستوى القوة المطلقة بصورة أفضل باستخدام الأسلوب الثانى. وتحتم الناحية العملية استخدام الأسلوبين.

وارتباطاً بالعمل العضلى يتم تقسيم القوة الى دينامية «متحركة» واستاتية «ثابتة». وفى النشاط العضلى الدينامى يمكن أن تنشأ القوة العضلية من خلال تقصير الألياف العضلية «عمل عضلى قهرى» أو تطويلها «عمل عضلى استسلامى».

وفى العمل العضلى الايزومترى «الثابت» يمكن تطوير القوة من خلال انقباض عضلى سلبى وانقباض عضلى ايجابى. وسواء فى هذا أو ذاك النوع من الانقباض لا يحدث أى تغيير فى طول العضلة. ولكل من نوعى الانقباض العضلى «الدينامى والأيزومترى» خصائصه. وتتعلق هذه الخصائص بحجم وخصائص القوة التى يتعين تطويرها.

القوة الدينامية وأشكال ظهورها

يمكن أن تتغير مواصفات القوة الدينامية بتغيير مواصفات المقاومة التى يتعين التغلب عليها؛ حيث يمكن استخدام القوة باسلوب انفجارى، سريع، أو بطىء.

وتظهر مواصفات أسلوب الأداء الانفجارى للقوة.... ما يطلق عليه مصطلح «القوة الانفجارية» عند التغلب على مقاومات لا تصل بعد الى مستوى أقصى قوة ممكنه بأقصى درجة تسارع.

وتظهر مواصفات سرعة القوة عند التغلب على مقاومات لا تصل بعد الى مستوى أقصى قوة ممكنة بدرجة تسارع لا تصل الى أقصى درجة تسارع ممكنة.

وتظهر مواصفات القوة البطيئة عند التغلب على مقاومات تصل «من حيث الوزن» الى مستوى القوة القصوى بدرجة سرعة ثابتة.

يتضح مما سبق ان درجة التسارع تختلف تبعاً لاختلاف حجم المقاومة.

وبالاضافة إلى ذلك يجب ملاحظة أن القوة الانفجارية لا تظهر إلا عند أداء عمل عضلى قهرى؛ أما سرعة القوة فيمكن أن تظهر عند أداء عمل عضلى قهرى أو استسلامى وكذا عند الربط بين الاثنين؛ وتظهر القوة البطيئة إما عند أداء عمل عضلى قهرى... وكذا عند أداء عمل عضلى استسلامى.

كذلك يوجد فارق فى عدد مرات التكرار الذى يمكن اداؤه فى مجموعة عند التدريب باستخدام كل من أنواع القوة الدينامية. فعند التدريب باستخدام اسلوب القوة الانفجارية والقوة البطيئة يتميز العمل بأداء التمرين لمرة واحدة. أما عند التدريب تبعاً لأسلوب سرعة القوة فعلى عكس من ذلك يمكن أداء عدد كبير من التكرارات فى المجموعة الواحدة (كوتسنسوف Kustenzow ١٩٧٤). وفى هذا الخصوص يجب ملاحظة أنه كلما قل حجم المقاومة التى يتعين التغلب عليها «بالمقارنة بأقصى مقاومة ممكنة» كلما ازداد عدد التكرارات الذى يمكن اداؤه.

ولكل من أنواع الانقباض العضلى الدينامى خصائص فسيولوجية وبيوكيميائية مختلفة. فظهور كل من أنواع القوة يكون نتيجة لعمل عضلة أو مجموعات عضلية وكذا نتيجة لتغيرات فسيولوجية وعصبية. ولذلك يجب عند تناول وظائفها الدينامية مراعاة هذه الخصائص.

والميكانيكية الفسيولوجية الرئيسية التى يتم بها تغيير درجة التوتر العضلى تكون دائماً اعطاء دفعات عصبية ذات خصائص مختلفة. وفى هذا الخصوص يتبع الجهاز العصبى المركزى أحد أسلوبين:

(١) تنظيم أنشطة وحدات حركية مختلفة.

(٢) تغيير عدد وسرعة تردد الاشارات التى يحملها العصب الحركى.

ويرتبط ظهور القوة الانفجارية بتزامن أنشطة أكبر عدد ممكن من الألياف العضلية مع حدوث أقصى درجة تقصير فيها بالارتباط مع أداء أقصى مرحلة

انقباض. وتصل الترددات وعدد الدفعات العصبية التى يتم نقلها الى العضلة الى المستوى المثالى. ومن المعروف أن قدرة العضلة على الانجاز تقل عند اداء عدد كبير من التكرارات.

ويرتبط ظهور سرعة القوة بتنظيم أنشطة عدد مختلف من الألياف العضلية فى الانقباضة الواحدة عند أداء حمل قوى. ويتوقف عدد الألياف التى تشترك فى الانقباض على حجم المقاومة التى يتعين التغلب عليها وكذا على درجة التسارع. وبالاضافة الى ذلك تتوقف درجة ظهور سرعة القوة على عدد وسرعة تردد الدفعات التى يحملها العصب الحركى. ونود الاشارة إلى أن ظهور سرعة القوة لا يرتبط «من جانب ميكانيكية التوافق الداخلى للعضلة» بدرجة كبيرة بمستوى تزامن أنشطة الألياف العضلية وانما يرتبط أكثر بعدم تزامن هذه الأنشطة «بعمل مجموعة من الألياف بعد الأخرى». وعلى العكس من ذلك يرتبط ظهور القوة البطيئة بتزامن أقصى عدد ممكن من الألياف العضلية مع أداء أقصى درجة انقباض ممكنه بالارتباط مع عدد وسرعة تردد مثاليين للدفعات العصبية التى يتم نقلها للعضلة.

وفى العمل العضلى لا تشترك كافة الألياف العضلية فى العمل فى نفس الوقت؛ وإنما بتتابع معين. ففى البداية يتم تنشيط عدد معين من الألياف العضلية، ويبنى هذا العدد ما يسمى بـ «مرحلة التمهيد الوظيفى». ويتوقف عدد الألياف التى تشترك فى هذه المرحلة على قوة الانقباض المزمع اداؤه، فكلما ازداد هذا الانقباض قوة كلما ازداد عدد الألياف المشتركة فى هذه المرحلة. ومن الممكن التسليم بأنه مع زيادة الفترة التى يستمرها العمل العضلى يزداد عدد الألياف العضلية التى يحدث تزامن فى أنشطتها. ففى القوة البطيئة تكون فترة استمرار أقصى انقباض أطول منها فى القوة الانفجارية.

ولا يحتاج الأمر الى الاشارة أن العمل العضلى أثناء اداء المسارات الحركية ينشأ نتيجة للتعاون بين المجموعات العضلية. وكما ذكرنا من قبل يكون للتوافق بين المجموعات العضلية صفاته المميزة عند أداء كل من أنواع القوة الدينامية. إذ

تكون فترة استمرار التمرين مختلفة. وبخلاف ذلك يكون من الضرورى فى القوة الانفجارية أن تكون العضلات المقابلة «للعضلات التى تقوم بالعمل» مرتخية؛ بينما يجب أن تكون هذه العضلات عند أداء مسارات حركية تتسم بسرعة القوة أو بالقوة القصوى «القوة البطيئة» على مستوى مثالى من التوتر.

مواصفات انتاج الطاقة فى الأداء الحركى الدينامى

تكمن خصائص القوة الانفجارية فى توقيت عالى لتهيئة الطاقة الكيميائية للعضلات وكذا فى توقيت عالى لتحويل هذه الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية. وفى هذه الحالة لا يتوقف مستوى الطاقة التى يمكن انتاجها على توافر الـ ATP فقط وانما يتوقف أيضاً على سرعة تهيئته «تنشيطه» لحظة وصول الدفعات العصبية وكذا على سرعة اعادة تجميعه التى تلى عملية انقسامه مباشرة. ويتحد مستوى السرعة التى يتم بها الانقباض العضلى تبعاً لتوقيت انطلاق الطاقة من خلال الـ ATP فى الوحدة الزمنية. وبالرغم من أن معدل هدم الـ ATP فى الوحدة الزمنية لا يصل الى الحد الأقصى؛ فانه من الضرورى أن يكون توقيت هدم واعادة التجميع عاليين جداً. ويتوقف ذلك على النشاط الانزيمى لرؤوس الميوسين.

وفى تمرينات القوة الانفجارية ذات الحركات الوحيدة «وثب عالى... دفع الجله.... إلخ» يتم اعادة تجميع الـ ATP اساساً على حساب الطاقة الناتجة عن هدم الفسفوكرياتين. أما فى تمرينات الحركات المتكررة «عدو.... سباحة.... إلخ» والتى يستمر اداؤها لفترة أطول فتتم اعادة تجميع الـ ATP على حساب كل من الجلوكوز اللاهوائى.... والهوائى. وطبقاً لمعطيات اليكAlik يتم اعادة تجميع الـ ATP فى عدو ١٠٠م على حساب مصادر الطاقة التالية:

- على حساب الفوسفوكرياتين والمركبات الفوسفورية الأخرى. وتبلغ كمية الطاقة التى يتم انتاجها عن هذا الطريق حوالى ٢٣ كيلو كالورين أو ٥٠٪ من الطاقة التى يتم الاحتياج اليها.

- على حساب احتياطيات داخلية من الأوكسجين «والذى يهيىء مجالاً مناسباً لانتاج الطاقة عن طريق الجلوكوز الهوائى». وتبلغ كمية الطاقة التى يتم انتاجها عن هذا الطريق حوالى ١٢ كيلوكالورين أو ٢٥٪ من الطاقة التى يتم الاحتياج اليها.

- على حساب الجلوكوز اللاهوائى. وتبلغ كمية الطاقة التى يتم انتاجها عن هذا الطريق ٧ كيلو كالورين أو ١٥٪ من الطاقة التى يتم انتاجها.

- على حساب الأوكسجين الذى يتم استنشاقه أثناء العدو «جلوكوز هوائى». وتبلغ كمية الطاقة التى يتم انتاجها عن هذا الطريق ٤ كيلوكلورين أو ٨٪ من الطاقة المنتجة.

وتكمن الخصائص الكيميائية لسرعة القوة عند أداء تمرينات ذات حركات وحيده أساسا فى أن قوة انقسام الـ ATP فى الوحدة الزمنية تكون أقل منها فى القوة الانفجارية. أما الخصائص الكيميائية لسرعة القوة عند أداء تمرينات ذات حركات متكررة فهى تختلف اختلافاً جذرياً عن خصائص القوة الانفجارية إذ لا يكفى مخزون الفوسفوكرياتين لاعادة تجميع الـ ATP اللازم لانتاج الطاقة اللازمة لكل العمل.

وتصل شدة تفاعل الفوسفوكرياتين الى أقصى مستوى لها بعد من ثانيتين الى ثلاثة ثوانى من بداية النشاط. بعد ذلك يقل مستوى شدة هذا التفاعل بسرعة كبيرة حيث تصبح ميكانيكية التنفس «الجلوكوز الهوائى واللاهوائى» المصدر الرئيسى لاعادة انتاج تكوين الـ ATP. وفى هذا الخصوص لا يقتصر الأمر على استخدام مخزون الجليكوجين الموجود فى العضلات فقط، وانما يتم أيضاً استخدام الجليكوجين المخزون فى الكبد. ويحدث قدر كبير من الدين الأوكسجينى فى الأعضاء الداخلية.

وفى تمرينات السرعة ذات الحركات المتكررة لا يتم بناء دين أوكسجينى إلا عندما تكون القوة المستخدمة على مستوى عالى نسبياً؛ بدرجة لا يمكن معها توفير الطاقة اللازمة للعمل بالكامل عن الطريق اللاهوائى.

وفى القوة البطيئة «القوة القصوى» يتعين توفير أقصى قدر من الطاقة الكيميائية فى الوحدة الزمنية وذلك فى اللحظة التى يتم فيها أداء أقصى مستوى حمل خارجى. ومن المعتقد أنه يحدث فى هذه اللحظة أقصى معدل انقسام لكل من الـ ATP والفوسفوكرياتين.

ولتدعيم سرعة الحركة الانتقالية يكون من الضرورى اعادة تجميع الطاقة بسرعة كبيرة. وتكون ميكانيكية الأكسدة داخل الخلايا العضلية فى هذه الحالة هى الميكانيكية الرئيسية لاعادة تجميع الـ ATP ويتوقف مدى دعم سرعة الحركة على سرعة انسياب الـ ATP من الميتاكوندريا الى خيوط الميوسين فى اللويفات العضلية. وفى القوة البطيئة تكون كمية الانزيمات الموجودة فى رؤوس الميوسين ذات أهمية كبيرة للارتفاع بمستوى سرعة انقسام الـ ATP.

القوة الثابتة وأسلوب تطويرها

يتم تطوير القوة الثابتة بأداء انقباضات ايجابية «انقباض عضلى ضد مقاومة ثابتة» أو سلبية «انقباض عضلى ضد مقاومة خارجية متحركة يمكن قياسها». وأوضحت تجارب أديت على لاعبى الجمباز من ذوى المستوى العالمى «بلغ حجم العينة ١٧ لاعباً» أن مستوى القوة القصوى فى نوعى الانقباض هذين غير متساوى. فلقد بلغ مستوى القوة القصوى السلبية ١ر٢٨كجم بينما وصل مستوى القوة القصوى الايجابية الى ٦ر٢٢كيلوجرام «بلغ الفارق ٥ر٧كجم».

ومن حيث الميكانيكية الفسيولوجية تنشأ القوة الثابتة نتيجة لتوتر عضلى ينشأ عن موجات اشارة «أولية» وتنشأ هذه الموجات دائماً مع الدفعات العصبية الأولى.

ولتطويرالقوة الثابتة مواصفاته البيوكيميائية الخاصة. إذ تؤدى الاحمال الثابتة الى زيادة محتوى العضلات التى يتم تدريبها من الخلايا البيضاء. ومن ناحية أخرى يزداد محتوى هذه الخلايا من المواد اللازمة لاعادة انتاج الـ ATP وكذا من الجليكوجين بقدر بسيط (كوتسنسوف ١٩٧٤).

ويمكن ان يستمر انقباض عضلى ايزومترى يؤدى بدرجة الشدة القصوى الى عدة عشرات من الثوانى. ويتم اعادة تجميع الـ ATP على حساب الفوسفوكرياتين وكذا على حساب ميكانيكيات اعادة تجميعه الأخرى.

العلاقة المتبادلة بين القوة الثابتة والدينامية

أوضحت التجارب والخبرات التى نتجت عن الناحية العملية انه لا يوجد ارتباط مباشر بين مستوى تطور كل من نوعى القوة. فتوافر مستوى عالى من القوة الثابتة لا يشكل بعد الاساس لاستخدامها الدينامى. (ساسيورسكى / ماكسيمنكو ١٩٦٥). وعلى هذا لا يوجد ارتباط مباشر بين القوة التى تظهر عند أداء أقصى سرعة حركية ممكنة «انفجارية» وبين أقصى مستوى قوة ثابتة. واوضحت تجارب عديده أنه توجد «حتى» علاقة عكسية بين الزيادة التى تحدث فى مستوى القوة الدينامية البطيئة «القوة القصوى» بادة التى تحدث فى مستوى سرعة القوة المميزة لأداء تمرينات الحركات المتكرر .

ومن خلال تجارب معقدة ليانتفسكىJantwsky أديت على ١٧ لاعب جمباز من ذوى المستوى العالمى أمكن تقييم أقصى مستوى قوة ثابتة وديناميه. وتم اختيار هذه المجموعة التجريبية لان نشاط الجمباز يلقى بأقصى متطلبات قوة دينامية وثابتة على الجهاز العضلى. وتنتج عن هذه المتطلبات ظروف تؤدى الى تطوير كافة أنواع القوة العضلية. وتم فى هذه التجربة بحث كافة الأرقام الخاصة بأنواع القوة المختلفة لكافة المجموعات العضلية الموجودة على الكتف ا . إذ تقوم هذه المجموعات بالحمل الرئيسى عند أداء التمرينات على الأجهزة .

وأوضحت نتائج التجربة انه مع زيادة مستوى لاعبى الجمباز ترتفع متوسطات قيم كافة أنواع القوة العضلية. وأوضحت الأرقام الخاصة بالقوتين الدينامية والثابتة «وبالذات تلك الخاصة بالقوة البطيئة» الفروق أو الاختلافات بصور .

أوضحت هذه المقارنات انه لا توجد لدى لاعبى الجمباز علاقة مباشرة بين مستوى تطور كل من أنواع القوة . فعلى سبيل المثال تميز بعض اللاعبين

فى القوة الثابتة الايجابية بينما كان مستواهم فى القوة الثابتة السلبية أضعف نسبياً. وفى حالات أخرى حدث العكس. وظهر نفس الشىء عند المقارنة بين ات الأنواع المختلفة للقوة الدينامية.

وبالاختصار أوضحت التجارب أنه لا يوجد لدى لاعبى ات العالية الذين مارسوا التدريب لسنوات عديدة علاقة مباشرة بين ات أنواع القوة المختلفة التى تم التوصل اليها. ويعنى ذلك فى الناحية العملية أنه لتطوير فعال لكل من أنواع القوة الدينامية والثابتة يتعين استخدام طرق تدريب خاصة. ولا توجد طرق تدريب تصلح لتدريب أكثر من نوع واحد من أنواع القوة العضلية. . بالذات لدى لاعبى ات العليا.

أنواع تمرينات القوة

لتدريب القوة تستخدم تمرينات قوة عامة وتخصصة «تمرينات خاصة - وتمرينات منافسة». وتضيف المدرسة الروسيةالى هذين النوعين نوعاً آخر من التمرينات يمكن اعتباره نوعاً وسطاً بين التمرينات العامة والتمرينات المتخصصة. ويطلق على هذه التمرينات مصطلح «التمرينات الهادفة متعددة الجوانب». ونظراً لأنه سيتم فى الأبواب التالية (أنظر ٣/٥) تناول التمرينات العامة والمتخصصة بالتفصيل سنغض النظر عن تناولهما فى هذا المقام وسنقتصر على تناول النوع الأخير.

التمرينات الهادفة متعددة الجوانب

يكون استخدام التمرينات الهادفة متعددة الجوانب مميزاً لتدريب القوة للاعبى ات العالية. ويتم فى هذا النوع من التدريب الايفاء بواجبات تطوير القوة بما يتناسب مع خصائص متطبات الناحية العضلية العصبية لنوع النشاط ماضى الممارس. وبالرغم من ذلك فإن هذا النوع من التمرينات لا يعتبر تمرينات متخصصة. لأنه لا يتم فيه مراعاة مواصفات المسارات الحركية

التى يتم استخدامها فى نوع النشاط الرياضى الممارس. ويهدف استخدام هذا النوع من التمرينات الى الايفاء بالواجبات التالية:

(١) بناء قدرات القوة باستخدام تمرينات متعددة الجوانب تهدف الى تطوير هذه القدرات فى المجموعات التى تقوم بوظائف مساعدة عند أداء التمرينات الخاصة بالنشاط الرياضى الممارس.

(٢) تحسين أسس وظيفية خاصة.

وتوجد أنشطة رياضية يتم فيها تطوير مستوى القوة بالارتباط مع مستوى الرشاقة «الجمباز - الغطس.... إلخ» ونظراً لأن العلاقة المتبادلة بين هاتين الصفتين الحركيتين لم يتم تناولها بعد فى المراجع بصورة كافية؛ سنحاول فيما يلى أن نتناولها بشىء من التفصيل.

مصطلح الرشاقة مصطلح شامل، وبصفة عامة جداً يقصد به قدرة الانسان على توفيق حركاته زمنياً ومساحياً. وتتناول المراجع خصائص هذه الصفة الحركية بالتفصيل (أنظر السيد عبد المقصود ١٩٨٦ ص ٢٦١ ت ت) ولذا سيتم غض النظر عن تناولها بهذا المرجع.

وإذا نظرنا إلى أنواع القوة الحركية المختلفة نجد أنه يطلق على الصفة المركبة من القوة وأقصى سرعة مصطلح «القوة الانفجارية». كذلك يستخدم مصطلح تحمل القوة عندما يتم تطوير مستوى القوة فى علاقة متبادلة مع التحمل. وعندما يتم الحفاظ على المبدأ الذى بناء عليه تم استخدام هذه المصطلحات ونقل هذا المفهوم بالضبط الى الحالة التى يتم فيها تطوير مستوى القوة فى علاقتها مع الرشاقة فيمكن استخدام مصطلح «رشاقة القوة».

وفى رياضة المستويات العالية يتم تطوير قدرة القوة فى العضلة أو المجموعة العضلية التى تقوم بالعمل الرئيسى عند أداء المسارات الحركية الخاصة بنوع النشاط الرياضى الممارس بالارتباط مع تطوير مستوى قدرة حركية هامة أخرى. وفى المراجع يتم تقسيم الصفات الحركية «المركبة» الى أربعة مجموعات رئيسية:

(١) مجموعة أنشطة سرعة : وتتميز بأداء أقصى مستوى لسرعة الأداء الحركى «الوثب فى ألعاب القوى . . الدفع . . الرمى.. . الخ».

(٢) مجموعة أنشطة التحمل: وتتميز بالتركيز على تطوير التحمل «جرى المسافات المتوسطة .. الطويلة.... الماراثون. .. الدراجات .. المشى.... إلخ».

(٣) مجموعة الأنشطة الفنية: وتتميز بمستوى عالى من الرشاقة ودقة اداء الحركات. وتسير فيها الأداءات الحركية تبعاً لبرنامج محدد مسبقاً. . وبدقة «الجمباز.... الغطس.... إلخ».

(٤) مجموعة الأنشطة التى تتميز بتطوير مركب للصفات الحركية «الألعاب الجماعية .. المنازلات. .. إلخ».

ويجعل تقسيم الأنشطة الرياضية تبعاً لمبدأ الصفات الحركية المسيطرة من الممكن تحديد مواصفات تدريب القوة لكل من أنواع الأنشطة الرياضية بما يتناسب مع خصائصها. فمثلاً يتم فى التدريب الخاص للأنشطة الرياضية التى تتميز بمستوى عالى من تطور الرشاقة ودقة الأداء الحركى ... والذى يتم تبعاً لبرنامج محدد مسبقاً.... يتم تطوير مستوى القوة العضلية فى نفس الوقت مع الرشاقة، وكما ذكرنا سابقاً يطلق على الصفة المركبة من هاتين الصفتين الحركيتين مصطلح «رشاقة القوة». ومن الأمور المميزة لهذه المجموعة من الأنشطة الرياضية أنه يتم فيها تطوير كافة أنواع القوة الدينامية «الانفجارية - السريعة - البطيئة» وكذا نوعى القوة الثابتة «الايجابية - والسلبية» ولذلك يفهم تحت مصطلح رشاقة القوة «**التنويع الدقيق في استخدام الأنواع المختلفة للقوة العضلية وفي مسارات هذا الاستخدام أثناء أداء المسارات الحركية المختلفة**».

ويحدث فى هذه القدرة تغييرات سريعة فى ايقاع الدفعات العصبية التى تصل الى العضلات. ويتطلب ذلك مستوى توافق جيد بين أنشطة كافة المراكز

العصبية. ويتميز النشاط العضلى الذى يؤدى بهدف تطوير مستوى رشاقة القوة بدرجة تنسيق عالية. ويتم تقنين هذا النشاط بدقة تبعاً لتوقيت استخدام القوة والمستوى الذى تستخدم به بالاضافة الى مسار استخدامها.

ويكون المستوى العالى للانقباض والارتخاء الاراديين أحد الصفات الهامة لرشاقة القوة. ويمكن التسليم بأنه يتم التوصل الى مستوى عالى للتوافق المساحى الزمنى عند تطوير مستوى رشاقة القوة بالربط المستمر بين أعصاب الابصار والجهاز الدهليزى ومحللات الاحساس العضلى (أنظر السيد عبد المقصود ١٩٨٦، صـ ٦٦ ت ت). ويتم بناء وتطوير مستوى هذا الربط أثناء مسار خبرة الرياضى.