**الخصائص الميكانيكية والتشريحية لتدريب البليومترك**

يتألف الجهاز الحركي للجسم البشري من هيكل عظمي وعضلي ، وتنتظم العظام فيه وتترابط مع سلسلة من الأربطة لبناء ما يدعى المفاصل ( والتي تسمح بالحركة المفصلية للعظام ) وتوجد عدد من العضلات التي تمر بالمفاصل والتي تجهز القوة اللازمة لحركات الجسم .

عند تفحص حركات البليومترك يمكن أن نلاحظ أن العمود الفقري يعطي إمكانية الثبات للجسم ويسند وزن الجسم ، والأكثر أهمية من ذلك إمتصاص الصدمات في الوثبات والقفزات ، وهذه الآلية المدهشة هي جوهر لكثير من المهام لهذه القاعدة ، حينما تنفذ التمرينات المختلفة من البليومترك فأن مسار مركز كتلة الجسم يتحدد بمقدار القوة المبذولة في لحظة الارتقاء ضد الجاذبية الأرضية ، حينما يقذف الجسم في الهواء عندها لا يمكن تغيير مسار مركز كتلته بعد مغادرته الأرض بغض النظر عن الحركات النهائية التي تنفذها الأطراف والأعضاء .

تقذف قوة الرجلين الجسم في الهواء ، وهذه القوة تتغلب على القصور الذاتي للجسم ( قوة الجاذبية الأرضية ) ولا يمكن أن تزداد القوة المطلوبة للتغلب على الجاذبية الأرضية إلا من خلال تدريب القوة والقدرة ، وكنتيجة لهذا التدريب يتمكن الرياضي أن يقفز أعلى.

تنتج هذه القوة من خلال الانقباض السريع في العضلات المادة للرجلين والجذع فضلا" عن مرجحة الذراع أو الذراعين للأعلى بقوة وإيقاف هذه المرجحة لنقل الزخم الناجم منها إلى الجسم ، ولأجل الإعداد لتوليد هذه القوة يجب أن تثنى مفاصل الورك والركبة والكاحل ثم يتبعها مد قوي للرجلين والورك .

عندما يقفز الرياضي عن الأرض يحتاج إلى كمية كبيرة من القوة لدفع كتلة الجسم بأكملها عن الأرض ، وهنا يثنى الجسم ثم تمد أعضائه بسرعة كبيرة ليغادر الأرض ، وأن نوع تمارين البليومترك تستند إلى حركة الجسم السريعة هذه لكي تبلغ القوة المطلوبة للحركة ، وعندما يخفض الرياضي قبل القفز مركز كتلته نحو الأرض وهذا يسبب تعجيل من الأسفل ( وهو الشكل الاستهلاكي أو الانقباض اللامركزي ) وهو جزء مهم لأي نوع من أنواع القفز لأنها تعيد الإفادة من الطاقة المخزونة في الجزء المطاطي من العضلة خلال الامتداد ، وعند النظر هنا إلى القفز من وجهة النظر الميكانيكية يجب أن نتذكر أن :

القوة = الكتلة \* التعجيل

ولكي نعطي الجسم هنا سرعة أكبر يتطلب هذا قوة كبيرة وهذا سيسبب قصر الحالة الاستهلاكية (الانقباض اللامركزي ) ، ويمكن أن نستخرج المعادلة :

كتلة الجسم \* التغيير بالسرعة

معدل القوة الاستهلاكية = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

الزمن المستغرق

وإذا أراد الرياضي أن يقلل الزمن المستغرق فيحتاج إلى أن يزيد معدل القوة ، وأن لم يستطع أن يولد هذه القوة فأن الشكل الاستهلاكي ( الأقل كفاءة يمكن أن يحدث ) ويسبب خسارة في السرعة الأفقية فينتج إنقباض مركزي ضعيف .

نحتاج في لحظة الصدمة سرعة اكبر من الأسفل لنزيد معدل القوة الناتجة خلال الشكل الاستهلاكي ، وكمثال لهذا يرى عند رياضي القفز العالي أو الوثب الطويل فهم يخفضون مركز كتلة الجسم قبل لحظة الارتقاء ، فهم يقللون من صدمة القوى ( Young ,W& Marino ,W 1985) .

وعليه لا يمكن إنجاز أرتقاء فعال جدا" إلا إذا أستطاع القافز أن يظهر قوى كبيرة في لحظة الصدمة وأن ينتج شكل إستهلاكي قصير وسريع .

أحيانا" يصبح من الصعب الانتقال من هذا الشكل المحدد من القفز بأستخدام تدريبات الأثقال مثل ( القرفصاء "الدبني" أو الرفعات الاولمبية ) حينما يستخدمها الكثير من القافزين لأجل نقلها إلى لحظة الارتقاء لديهم ، وهذا النوع من التدريب يضع حملا" كبيرا" على العضلات المادة للرجلين والجذع والتي تكون القاعدة المناسبة لتدريب القوة هذه .

والمشكلة الرئيسية هنا هي بأستخدام تدريبات الإثقال وهو شئ غير محبب حيث أن الرفع للدبني الثقيل سيكون غير سريع بالشكل المناسب للقابلية المطاطية للعضلات،إضافة إلى أن هذا الرفع سيكون مقيد أيضا" لحركة المفصل .

تعمل الأنسجة الرابطة في القدم والركبة والورك وكذلك الأقراص الغضروفية في العمود الفقري كعوامل إمتصاص للصدمة وكمحاولة لتشتيت الضغط المفروض عليها .

عموما" وحسب ما ذكره ( Allereiligen 1994) تتكون الحركة في البليومترك من ثلاثة أقسام أو ثلاثة مراحل ( أنظر شكل 1) :

1 – المرحلة الأولى ( المد اللامركزي ) : وهي المرحلة التي تستثار بها ألياف العضلة وتتوقف فيها تلك الإثارة على شدة الحمل فتبدأ بالانقباض اللامركزي Eccentric Contraction ويكون هذا الانقباض في منشأ ومدغم العضلة .

2 – المرحلة الثانية ( فترة الهبوط) وهي الفترة الزمنية بين بداية المرحلة اللامركزية ( لحظة مس الأرض ) إلى مرحلة بداية العمل المركزي ( بداية الحركة المعاكسة) أي بداية مرحلة القفز للأعلى ، ويمكن أن نسميها فترة المرونة الحركية .

3 – المرحلة الثالثة ( العمل المركزي ) : وهي الحركة المعاكسة وتظهر من خلال مخزون الطاقة الحركية للعضلة .

ويذكر (Dintiman 1984) بأن هذه المرحلة تلخص المبدأ الأساس لآلية عمل البليومترك إذ تمد العضلة مسبقا" قبل أن يحدث التقلص السريع الانفجاري ( العضلة في حالة قصر) فيستطيع الرياضي أن يولد قوة أكبر في أي مجموعة عضلية عن طريق بدأ الحركة أولا" في الاتجاه المعاكس.

أي لكي تتولد لدى العضلات العاملة والأوتار المرتبطة بها المقدرة على الإطالة والتغيير السريع ، يجب أن تقصر الفترة الثانية ، فالعمل يجب أن يكون إنفجاريا" ، وكلما كانت هذه الفترة قليلة زادت إنفجارية العمل ، وعليه تكون القاعدة والمبدأ الأساس في البليومترك ( نوع المد وزمنه أهم من كميته) .



شكل 1

يوضح مراحل حركات البليومترك

أن تمرينات البليومترك طريقة ممتازة بإعداد الرياضيين لزيادة وتطوير قابلية القفز والعدو السريع والقدرة الانفجارية لديهم ، وهي تفرض في نفس الوقت مطالب واعتبارات وضغوط كبيرة على كل الجسم ومفاصله ،ولا ينصح بها للأفراد ذوي المعدلات والمستويات الضعيفة من اللياقة البدنية .

وهناك نقاط مهمة و عامة يوصى بها بشدة قبل أداء وتنفيذ أي تدريب للبليومترك وهي:

* أعمل إحماء دائما" وتمطية خاصة للرجلين .
* تتطلب الحركات الانفجارية نتائج قصوية.
* مواضع الأقدام ونقاط الهبوط هي أشياء ضرورية جدا" .
* تكون فترات الاستشفاء الصحيحة والمناسبة بين التكرارات مهمة جدا".
* أستعمل وزن الجسم فقط عند تنفيذ تمارين البليومترك.
* حافظ على توازن الجسم وذلك بالحفاظ على الركبتين عاليا" وبإتجاه موقع الإبهامين.
* تجنب الهبوط القوي وأستعمل سطوح لينة مثل العشب أو بساط مصارعة أو جمناستك.
* أهبط على كرات القدمين حيثما أمكن، والهبوط على كامل القدم غير مسموح به ، ويجب تجنب الهبوط على كعب القدم أو على جانب القدم.

**القواعد الفسيولوجية لتمارين البليومترك**

الحقيقة أن معظم الرياضيين قد عمل بعض من أشكال تمارين البليومترك خلال حياتهم ، فالقفز بالحبل والوثبات للأمام والجانب والقفز والارتداد هي كلها حركات بليومترك .

أن فهم الميكانيكية والتكنيك والتطبيقات الكاملة لتدريبات البليومترك هو شئ مهم وجوهري للحصول على المكسب الأفضل من نظام التدريب هذا .

تهدف تمرينات البليومترك تطوير القابلية الانفجارية بتهيئة الخصائص العصبية – العضلية والمطاطية للعضلات ، والمفتاح لمكاسب هذا التدريب يستند إلى التنفيذ المتكامل والصحيح لهذه الحركات ، فالبليومترك يشرك القوة العضلية والسرعة لتطوير حركات ردود الأفعال الانفجارية والتي تضم الرمي والجري والقفز.

فالغرض الرئيس من تدريب البليومترك هو بإنتاج قدرة اكبر وذلك بتدريب العضلات على الأنقباض بسرعة أكبر وأقوى وذلك بالمد المسبق والنشط ، وتستند فعالية هذا العمل إلى ما يدعى بمنعكس الامتداد وعلى الخصائص الميكانيكية والمطاطية للعضلات .

تستعمل الجاذبية ووزن الجسم لتفرض توتر حمل مطاطي داخل العضلات، والتي ستطلق بإنقباض عضلي أكبر وأقوى بكثير من الانقباض الاعتيادي ، فعندما تمد العضلة بسرعة فإنها ستحاول حماية نفسها بالانقباض ، ويدعى هذا بالانقباض اللامركزي ، حيث تطول العضلة ، والنظير الآخر لهذا الانقباض هو الانقباض المركزي حيث تقصر العضلة، ويكون الانقباض المركزي أقوى بكثير حينما يسبقه إنقباض لامركزي ،إذ تستجيب العضلة بقوة شديدة ضد الامتداد السريع ، ورد الفعل هذا هو " منعكس الامتداد .

تنتج قوة منعكس الامتداد من نوعية سرعة مد العضلة ، فحينما تمد العضلة بسرعة عالية فإنها توضع تحت ضغط كبير وتخزن كمية اكبر من الطاقة المطاطية داخلها ، وهذا هو المبدأ الأساس لتدريب البليومترك إذ أن العضلة تحتاج إلى أن تمد بشكل مسبق وبسرعة .

ولفهم أفضل للخصائص الفسيولوجية لتمارين البليومترك علينا أن نلقي نظرة متفحصة على الأسس الخلوية والجزيئية للخلايا العضلية.

**الأسس الخلوية والجزيئية للخلية العضلية**

تتكون العضلة من وحدات صغيرة تسمى الألياف العضلية يتراوح قطرها ( 20 – 100 مايكرومتر)، تحوي الألياف العضلية ) Muscular Fibers ) أجزاء إنقباضية تشبه القضبان تدعى اللويفات العضلية (Myofibers) ذات قطر (1) مايكرومتر وتتكون اللويفات من خيوط بروتينية منظمة بوحدات تدعى الساركوميرات ( Sarcomers) ويتكون كل ساركومير من مجموعة واحدة من خيوط المايوسين الغليظة ومجموعتين من خيوط الاكتين الرفيعة .

تنزلق الخيوط الرفيعة ( الاكتين) خلال انقباض العضلة فوق خيوط المايوسين فيقصر كل ساركومير ، وأساس هذه الحركة نتوءات تدعى الجسور المتقاطعة ، وكل جسر متقاطع يعد مولد قوة مستقلة Generator Force إذ يكون متصلا" مع الخيوط الرفيعة ( الاكتين) فيسحبها بإتجاه مركز الساركومير مسببا" قصر الساركومير، ويحدث ذلك على طول اللويفات ، وبهذا تقصر العضلة بكاملها ( Goldspink 1981/1984 ) وينفصل بعد ذلك الجسر المتقاطع عن الخيط الرفيع ثم يعاد شحنه مرة أخرى بثنائي فوسفات الادنوسين ADP قبل أن يمر بمرحلة أخرى من توليد القوة .

ويرى ( Howald 1978 ) أن التقلص العضلي عبارة عن سلسلة من التفاعلات البدنية – الكيماوية بين خيوط الاكتين والمايوسين ، فرأس جزئ المايوسين يرتبط بخيط مجاور من الاكتين الذي يكون مربوطا" بشكل حرف Z ويسحب من الوسط بسلسلة صغيرة من حركات صغيرة مثل تلك التي تحدث بسباق جر الحبل ، ونتيجة لذلك تصغر المسافة بين خطوط (Z) المتوالية ويتقلص الساركومير ، ومجموع التقلصات للساركومير الواقع في الألياف العضلية ينتهي بتقلص العضلة .

ولكي يحدث التفاعل بين خيوط الاكتين والمايوسين يجب أن تتوفر شروط هي:

أ/ تركيز معين من أيونات الكالسيوم قريب من مكان التقلص .

ب/ كمية وافية من ثلاثي فوسفات الادنوسين ATP لتوفر الطاقة لحدوث التقلص.

ج/ كمية وافية من ثلاثي فوسفاتيز الادنوسين ATPase في رأس المايوسين.

يبدأ كل تقلص عضلي بحافز عصبي على شكل فرق جهد كهربائي، وتعبر الموجة من العصب الحركي Alpha عبر غشاء الخلية العضلية إلى داخلها عن طريق الأنبوب المستعرض، ونتيجة لهذه الموجة الكهربائية تخرج أيونات الكالسيوم من شبكة الساركوبلازم وتبدأ عملية التقلص العضلي، بعد ذلك تستعيد شبكة الساركوبلازم أيونات الكالسيوم وتصبح العضلة في حالة ارتخاء.

يذكر (Goldspink1992) أن القوة العضلية تنسب غالبا" إلى المقطع العرضي إلا أن هذا الرأي ليس دقيقا" تماما" لأن نسبة المجال خارج الخلية وتنظيم الألياف العضلية يتفاوت من عضلة إلى أخرى ، فالاستجابة الأولى للتدريب تكون بزيادة المقطع العرضي للألياف العضلية دون حدوث زيادة مماثلة في حجم المقطع العرضي للعضلة ككل ، كما وأن تنظيم الألياف العضلية يختلف في العضلات حسب طريقة عملها فيما إذا كانت مصممة لتوليد قوة عالية أو توليد معدل عالِ للتقصر .

**الوحدات الحركية :**

إن الأساس الوظيفي في العضلة هي الوحدة الحركية ( Motor Unit) والتي تتكون من الألياف العضلية والعصب الحركي ( Motion Neuron) الذي يحفزها ،ويتراوح عدد الألياف العضلية من بضع إلى مئات ، وللحصول على أكبر مقدار من القوة في العضلة المنقبضة يجب أن تستثار كافة الوحدات الحركية فيها (Noth 1992 ) .

عند إثارة عصب حركي يتسبب بانقباض كافة الألياف العضلية التي يغذيها في الوحدة الحركية، والخلية الحركية ذات العتبة الواطئة (Low threshold) تحفز وحدات حركية في العضلات البطيئة، في حين تحفز الخلية الحركية ذات العتبة العالية (High threshold) وحدات حركية في العضلات السريعة الانتفاض (Howald 1978) .

وحسب ما ذكره (Thorstenson 1988) فأن سرعة التقلص العضلي لها تأثير ملحوظ في قابلية العضلة على توليد القوة لأن قابلية العضلة على إنتاج سرعة تقلص قصوي لها علاقة بتركيبها فضلا" عن التنظيم الداخلي للساركومير واتحاد الألياف العضلية إضافة إلى عوامل أخرى ، فالعضلة ذات العدد الكبير من الساركومير المنظم في سلسلة يمكن أن تولد سرعة قصوى أعلى من العضلات التي تحتوي عدد أقل من الساركومير مع افتراض تساوي الأمور الأخرى ، والعضلة التي تكون أليافها منظمة بشكل متوازِ يمكن أن تنتج سرعة قصوى أعلى ولكن بقوة أقل نسبة إلى العضلات التي تكون أليافها منظمة بشكل مائل في حالة تساوي مقطعهما العرضي .

أن الأنواع المختلفة للألياف العضلية تؤثر في العلاقة بين القوة – السرعة - الزمن ، فالأداء بتعجيل وسرعة عالية يحتاج إلى نسبة عالية من الألياف السريعة الانتفاض ( FTF) لذا فأن تدريب القوة والسرعة يمكن أن يغير بشكل أختياري التوزيع النسبي للألياف حيث يوسع المقطع العرضي للألياف السريعة الانتفاض .

أن طبيعة الألياف العضلية التي تكون في الوحدات الحركية تؤدي دورا" كبيرا" في نوعية التقلص العضلي ، ولقد صنف ( Noth 1992) الألياف العضلية إلى نوعين أساسيين هما :

أولا" : الألياف العضلية البطيئة الانتفاض Slow Twitch Fibers .

وهذا النوع مقاوم للتعب ويحوي كمية قليلة من الكلايكوجين وعددا" كبيرا" من بيوت الطاقة ( المايتوكوندريا) ويستعمل لإنتاج قوة قليلة تستمر لمدة طويلة ، وتوفر له الطاقة عن طريق الشعيرات الدموية الكثيفة في العضلات الحمراء .

ثانيا" : الألياف السريعة الانتفاضFast Twitch Fibers .

وتصنف إلى ثلاثة أنواع :

أ/ ألياف سريعة الانتفاض مقاومة للتعب ذات محتوى عال للإنزيمات المؤكسدة والمحللة للكلايكوجين لاأوكسجينيا" وتلاءم عملا" يتطلب توليد قوة عالية نسبيا" ولمدة طويلة .

ب/ ألياف سريعة الانتفاض ذات حساسية تجاه الإرهاق ،وتحوي كمية عالية من الكلايكوجين وعددا" من بيوت الطاقة ( المايتوكوندريا) وتتوفر فيها طاقة قصيرة المدى عن طريق التحلل اللاأوكسجيني للكلايكوجين ، وتلاءم الفعاليات التي تتطلب إنتاج قوة عالية بشكل متقطع ( فعاليات السرعة ).

ج/ ألياف وسطية بين ( أ،ب) تتفاعل من ناحية العمل الكيمياوي للأنسجة مع كل من الانتيمايوسين السريع الانتفاض والبطئ الانتفاض .

ويعتقد ( Billeter & Hopper 1992) أن الانقباضات الانفجارية القصوية تثير الوحدات الحركية البطيئة والسريعة في آن واحد ، وأشار (Petter 1989) بعدم إمكانية تحويل الألياف العضلية من نوع إلى آخر، ولكن هذا التغيير يكون في طبيعة وظيفتها نتيجة التغيرات في النشاط العصبي – العضلي الذي تتعرض له "3" ، ويؤكد آخرون أن هذا التغير في الوظيفة يمكن أن يحدث في مرحلة الصغر فقط .