وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة زيان عاشور بالجلفة

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية

قسم التدريب الرياضي

فيسيولوجيا الجهد

اعداد:

د. خالد حميدة

2019/2020

فيسيولوجيا الجهد

I. القواعد الفيسيولوجية للنشاط العضلي.

أ – العضلة.

ب – التقلص العضلي.

ج – بيو كيمياء التقلص العضلي.

II. أنظمة انتاج الطاقة.

أ – النظام اللاهوائي اللالبني.

ب – النظام اللاهوائي اللبني.

ج – النظام الهوائي.

III. خصائص أنظمة انتاج الطاقة.

أ – سرعة التدخل.

ب –القدرة القصوى.

ج –السعة.

IV. طرق تدريب أنظمة انتاج الطاقة.

V. خصائص أنظمة انتاج الطاقة عند الطفل والمراهق وطرق تطويرها.

VI. تأثيرات التدريب الرياضي على مختلف أجهزة الجسم وأنظمته.

VII. نفقات الطاقة.

VIII. أساليب التدريب.

IX. نبض القلب الاحتياطي Fréquence cardiaque de réserve

فيسيولوجيا الجهد

فيسيولوجيا

– تعريف وعموميات :

معاجلة : logos طبيعة : physis كلمة اغريقية : physiologie

هو العلم الذي يعالج ميدان الحياة، والوظائف العضوية التي بواسطتها تظهر الحياة.

Claude Bernard هو مجدد هذا العلم بالأعمال التي قام بها ،نقول physiologiste .

– فيسيولوجيا الرياضة او الجهد :

هو العلم الذي يدرس مختلف تفاعلات الجسم تحت تأثير حمولة التدريب أو النشاط البدني إذا:

«النظرة الفسيولوجية تسمح بمعرفة، الميكانيزمات التي يتأقلم الجسم بواسطتها مع المجهود البدني ويمد بالطاقة اللازمة للقيام بذات المجهود، فهي تعطي الوسائل للمحافظة على القدرات المطلوبة من أجل ممارسة نشاط معين أو تحسينها. يسمح هذا العلم بمعرفة الكيفية التي ينقل بها الجسم الطاقة الكيميائية في الموجودة في الطعام إلى طاقة ميكانيكية وحرارة».

– الاداء العالي الرياضي : Performance sportive

«يتجلى الاداء العالي في الميدان الرياضي بتأدية تسلسل حركي خاص بممارسة ما:

– كما: الجانب الطاقوي للحركات.

– كيفاً: الجانب التنسيقي الحركي.

– التدريب الرياضي عملية تأقلم : Processus d'adaptation

«التدريب الرياضي بصفة عامة عملية تأقلم لحمولة التدريب ولمثيرات التدريب التي هي عوامل مشوشة او مخلة بالتوازن الكيميائي الداخلي للجسم. (Yakovleva 1972,367 ,weineck)

Homéostasie: التوازن الكيميائي الداخلي للجسم.

هذا التأقلم يظهر في صفتين:

فيسيولوجيا الجهد

* تأقلم وظيفي: يتمثل في التغيرات، وفي فعالية مختلف الأنسجة والأنظمة أو الأجهزة (مثال: نبضات القلب تحت تأثير شدة الحمولة).

* تأقلم تكويني : Structurelle.

متمثلة في التغيرات التي تحدث على مستوى الوحدات العضوية (زيادة الحجم او العدد) ،مثال ذلك حجم وعدد الميتوكوندرية.

-ملاحظة :

الكتلة العضلية للإنسان تحتوي حوالي " 250 مليون" ليف عضلي مرتبطة 420,000 عصب حركي ،اذا يظهر لنا جلياً أن كل عصب حركي يتفرع إلى فروع ليفية حركية ،فكل عصب حركي يتصل بـ 5إلى 150 ليف عضلي ،أو حتى أكثر فهذه الألياف تتقلص وترتخي مع بعضها البعض في نفس الوقت من هنا تأتي تسمية الوحدة الحركية unite motrice فهي الوحدة الوظيفية unitéfonctionnelle للعضلة.

العضلة

عموميات : يحتوي جسم الانسان على ثلاثة انواع من العضلات :

* العضلات ذات الانقباض اللاإرادي أو العضلات الملساء.

* العضلات ذات الانقباض الارادي السريعة أو العضلات المخططة.

*عضلة القلب.

يحتوي الجسم على 400 ،430 ،600 ،650 ،680 عضلة العدد غير محدد بالنسبة لكل البشر فنحن ننتمي الى فصيلة واحدة ومع ذلك نختلف باختلاف الاجناس ،تسمح العضلات بالتحرك ،وبالتواصل مع الوسط الخارجي عن طريق الاوتار(Tentons).

فيسيولوجيا الجهد

تختلف العضلات فيما بينها بما يلي :

أ/ الشكل : (عضلات طويلة : الاطراف ،عضلات مسطحة : الجذع ،عضلات قصيرة : مابين الاضلاع).

ب/ الوظيفة : الثني ، البسط.

ج/ الخصائص الايضية : طرق تكوين الـ ATP ،سرعة التقلص مقاومة التعب ،القدرة على الاسترجاع

خصائص العضلات :

أ) الاهتياجية أو قابلية التهيج : excitabilité وهو الانتقال من وضع الراحة إلى وضع النشاط.

ب) المرونة، الليونة، المطاطية (L'élasticité)، وهي قابلية العضلة لزيادة طولها.

ت) التقلص: Contractilitéوهي قابلية العضلة تغيير الطول أو تغيير الشد أو تغييرهما معا تحت تأثير إثارة فعالة.

ث) قابلية البقاء في وضع نصف متقلص دائم لا إرادي ((Tonus musculaire دور في البقاء جالسا مثلا.

العضلات الناهضة والعضلات الخصمة:

*العضلات الناهضة: هي العضلات التي تنتج الحركة .

*العضلات الخصمة : تعارض الحركات مع إنتاج الحركة المعاكسة دور هذه العضلات مراقبة الحركة.

4/ مكونات العضلة :تتكون العضلة الهيكلية من عدة أنواع من الأنسجة :

- ✓ الخلايا العضلية.
- ✓ النسيج العصبي.
- ✓ الدم.
- ✓ ومختلف الأنسجة الضامة.
- ✓ Fascia: طبقة من النسيج الضام تفصل بين العضلات وتسمح بتثبيتها في أمكنتها.

- ✓ Epimisium : طبقة تفصل العضلة نفسها و Fascia .
- ✓ Perimysium : يغلف الحزمات المتكونة من الخلايا العصبية.
- ✓ Endomysium : يغلف كل ليف عضلي.

- المكونات الميكروسكوبية للخلية العضلية :

تحتوي الخلية العضلية على الجسيمات التي تحتوي عليها أي خلية أخرى مع بعض الخصوصيات:

- ✓ – تحتوي الخلية العضلية على عدد كبير من الميتوكوندرية.
- ✓ الخلايا العضلية تحتوي على عدد كبير من الأنوية.
- ✓ ذات طابع مخطط (خطوط قاتمة واخرى فاتحة).
- ✓ كبيرة الحجم فكل خلية عضلية تمتد على شكل أسطواني بطول العضلة.
- ✓ الغشاء المحيط بالخلية يسمى Sarcolemme.
- ✓ تحت الغشاء الـ Sarcoléme أو Cytoplasme.
- ✓ الـ Sarcoplasme يحتوي على الجسيمات المكونة للخلية والليفات العضلية.
- ✓ الليفات العضلية تحتوى على بروتينات التقلص .
- ✓ الليفات العضلية تحتوى على الخيوط العضلية.

سميكة : مكونة من بروتين Myosine.

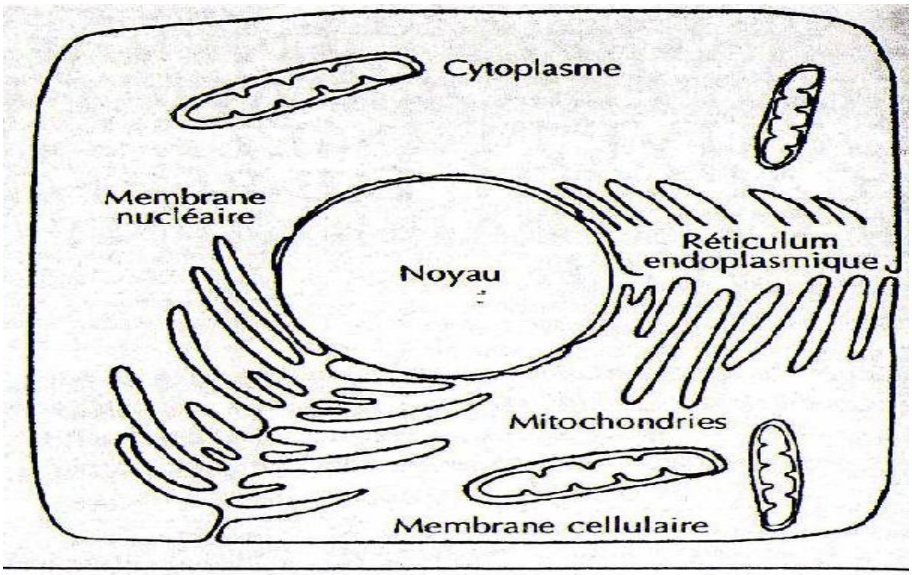
رفيعة : مكونة من بروتين Actine.

فيسيولوجيا الجهد

طريقة تنظيم هذين البروتينين هو الذي يعطي المظهر المخطط للعضلة،في نفس الجزيء البروتيني يستطيع تحديد نوعين آخرين من البروتين Tromponine و Trompomyosine بنسبة قليلة مع ذلك فلهما دوراً هاماً في عملية التقلص العضلي .

- ✓ الوحدة الأساسية لليف العضلي هي: Sarcomère اوالقسيم العضلي
- ✓ الخط "Z" :طبقة من النسيج الضام تفصل بين القسيمات العضلية.
- ✓ شريط " I" : شريط فاتح مكون من Actine.
- ✓ منطقة "H" : مكونة أيضا من Myosine فقط.

داخل السركوبلازم يوجه : " Réticulum Sarciplomique " نوع من الشبكة مكون من أنابيب المخزنة للكالسيوم:وهذا ما يفسر الدور المهم لهذه المادة في عملية التقلص العضلي.



gure 30. Schéma simplifié d'une cellule.

LA MYOTYPOLOGIE

NOM PRINCIPAL	Fibres à contraction Lenterapide	fibres à contraction
AUTRES TERMINOLOGIE	Fibres lentes	fibres rapides

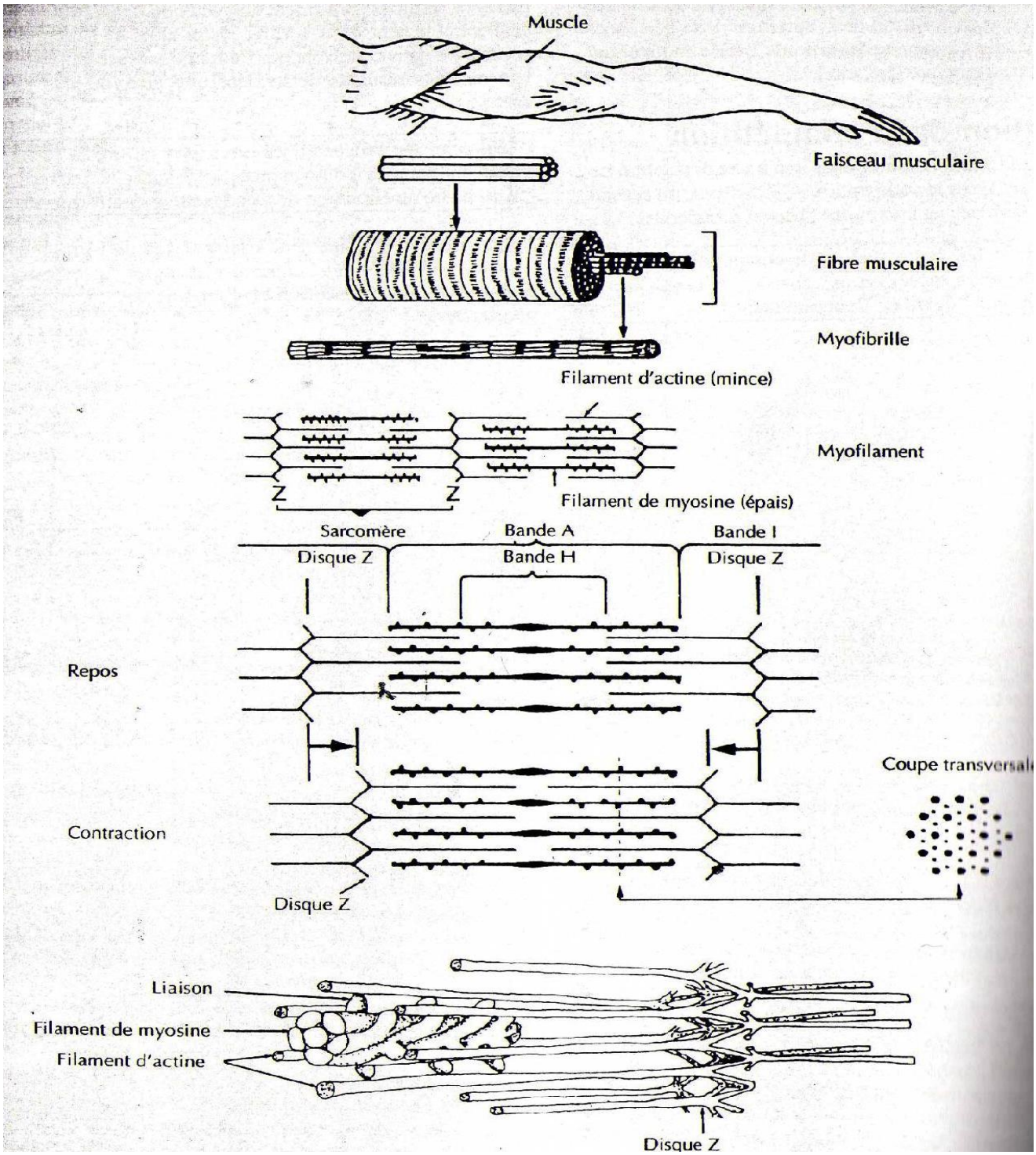
فيسيولوجيا الجهد

	FT ou fast twitch =secousse rapide	ST ou slow twitch =secousse lente
	Fibres type I	Fibres type IIa Fibres type IIb
	SO pour slow Oxidative	FOG fast oxy FG fast glycolytic Glycolytic
	Fibres rouges	Fibres fibres blanches Intermédiaires

Principlesdifferences entre les fibres

Caractéristiques	***Fibres I***	***Fibres IIa***	***Fibres IIb***
Vitesse de raccourcissement	Lente	Élevée	Élevée
Durée de la secousse	Longue	Courte	Courte
Fréquence de stimulation	15-30HZ	50-60HZ	50-60HZ
V de conduction membranaire	Faible	Elevée	Élevée
Résistance à la fatigue	Elevée	Moyenne	Faible
Réseau capillaire	Développé	Moyen	Faible
Densité mitochondrial	Elevée	Moyenne	Faible
Réserves en glucides	Import	Import	Import
Réserves en lipides	Import	Moyennes	Faibles
Diamètre de l'axone	Faible	Moyen	Élevé
Myosine ATPase	Faible	Élevée	Elevée
Phosphocréatine	Faible	Élevée	Elevée
Enzymes aérobie	Elevée	moyenne	Faible
Enzymes glycolytique anaérobie	Faible	Élevée	Élevée

فيسيولوجيا الجهد



فيسيولوجيا الجهد

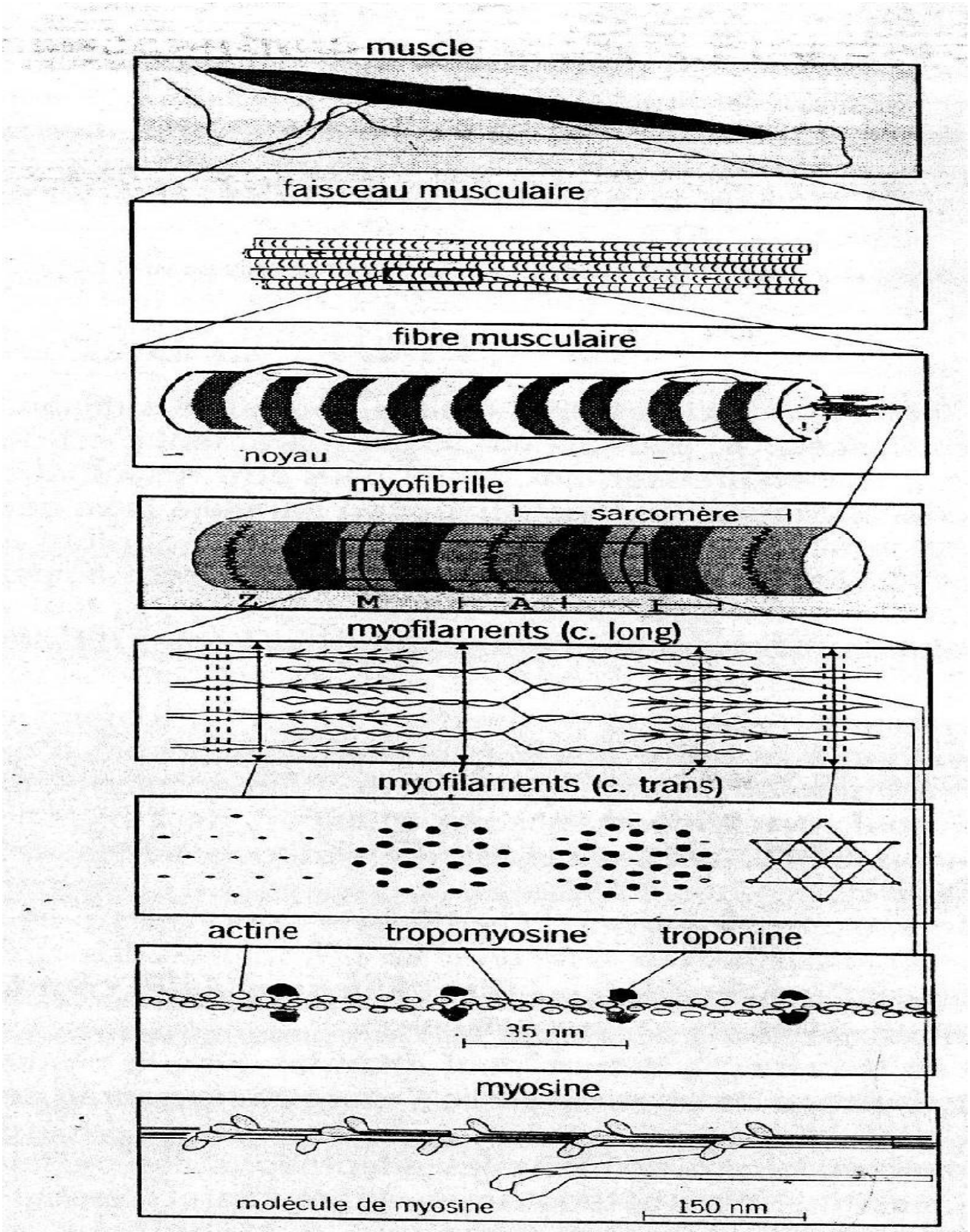


Figure 1-1. Le muscle strié squelettique, du macro au microscopique

فيسيولوجيا الجهد

التقلص العضلي:"ميكانيك"

هو نتاج تفاعلات كيميائية جد معقدة ،فعمل العضلة يشبه عمل المحرك الذي يحتوي على خليط هواء بنزين بوجود شرارة (bougie)،ينفجر وينتج الطاقة الميكانيكية والحرارة ،الناتج النهائي هو انزلاق الخيوط الرفيعة للأكتين فوق الخيوط السميكة للميوزين ،نظرية الانزلاق معروفة منذ الخمسينيات من طرف .EH .Huxley

– الخلايا العضلية تتقلص بواسطة انكماش الليفات التي تؤدي إلى نقصان المسافة بين خطى " Z" ،الـ Sarcomère ينقص بنقصان شريطي " I" و"H" الشريط "A" لا يتغير طوله وهكذا ،تتداخل الـ Actine و Myosineأكثر فأكثر .

Le sarcomère

Les myofibrilles sont composées de myofilaments fins et épais distribués sur toute la longueur de la fibre de façon régulière. Les lignes Z[1] délimitent chaque unité : le sarcomère[2]. En d'autres termes, les **myofibrilles** ne sont que la répétition d'un nombre plus ou moins grand de sarcomères, chaque sarcomère ayant une longueur précise pour une espèce donnée (2,2 µm chez l'homme). D'autres zones caractéristiques peuvent être reconnues : les lignes M[3] au centre du sarcomère et les bandes A, I et H (voir figure 1-4).

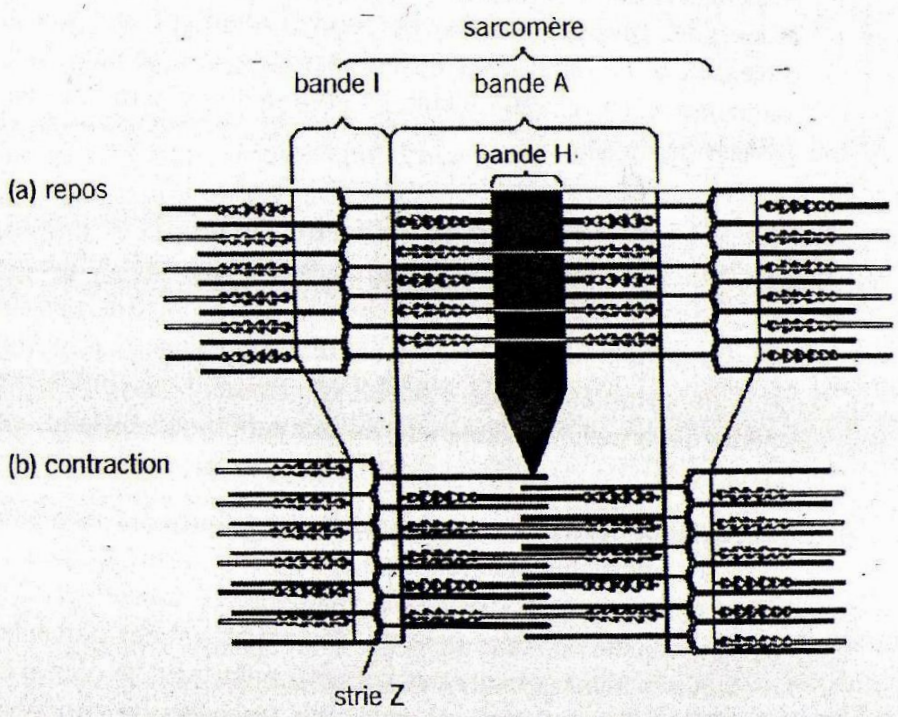


Figure 1-4. Représentation d'un sarcomère au repos et contracté

Le sarcoplasme

Les myofilaments, qui occupent plus des 2/3 du volume de la cellule musculaire, baignent dans un liquide qui contient principalement :

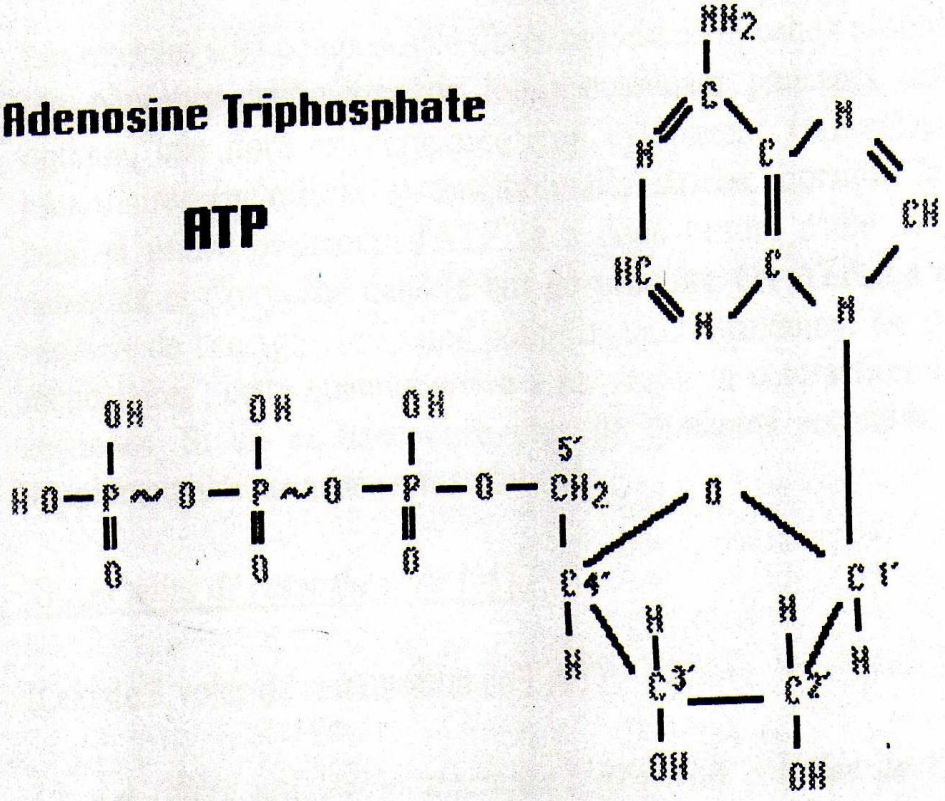
1. De l'allemand *zwichenscheibe* (entre couches).
2. Sarcomère vient du grec : *sarco* (muscle) et *mere* (petit).
3. De l'allemand *mittelinie* (ligne médiane).

ATP ET METABOLISME MUSCULAIRE

Tous les mécanismes cellulaires de la contraction musculaire nécessitent de l'ATP

L'énergie mécanique de la contraction musculaire provient directement de l'énergie chimique (ATP). La récupération suivant l'activité musculaire est marquée par des phénomènes conduisant à restaurer les concentrations initiales. Les fibres musculaires contiennent deux composés phosphatés á haute teneur énergétique : l'ATP et la créatine phosphate (CP). Pendant l'activité musculaire, **la régénération de l'ATP se fait suivant 3 voies** : par interaction de l'ADP avec la créatine phosphate, par la voie anaérobie glycolytique et la phosphorylation oxydative.

1. *L'ATP (adénosine triphosphate)*(Figure 1)



فيسيولوجيا الجهد

بيو كيمياء التقلص العضلي :

تكون في أربعة مراحل اساسية :

$$A + M^{*}ADPi \rightarrow AM \bullet ADP.Pi$$

المرحلة I : ارتباط رأس الميوزين المحمل بالطاقة بالأكتين من اجل تكوين الجسور العرضية أو جسور التقاطع.

الـ ADP و Piالفوسفات الغير العضوي مازالا مرتبطين بالميوزين .

المرحلة II :

تحرير الطاقة الكامنة في رأس الميوزين يسمح بتحريك جسر التقاطع ،في نفس الوقت هناك تحرير الـ ADP و Pi اللذان (سيكونان) يسمحان بإعادة تشكيل ATP سوآءا في Cytosol ،أو الميتو كوندية.

$$AM^{*}ADP.Pi \rightarrow AM + ADP.Pi$$

المرحلة III :

ارتباط جزيءATP جديد يسمح بتفكيك الجسر Actine -Myosine .

$$AM + ADP \bullet Pi \rightarrow A + MATP$$

المرحلة IV :

تفكك الـ ATP،فوق رأس الميوزين بمعني تحرير الطاقة الموجودة أو الكامنة في ارتباط فسفور يسمح بشحن الميوزين بالطاقة

$$A + MATP \rightarrow A + M^{*}ADP \bullet Pi$$

فيسيولوجيا الجهد

ملخص لعملية الانقباض العضلي حسب

نظرية "الانزلاق"

1- الراحة :

أ)المركب جسر "التقاطع "أو جسر "الاتصال" – ATP يكون غير نشط.

ب) الاكتين والميوزين منفصلين.

ج) $Ca++$ مخزن في الاكياس العرضية(الانابيب العرضية).

2– الإثارة والانقباض :

أ) مجيء السيالة العصبية تحرير $(sarcoleme) \leftarrow dépolarisation \leftarrow Acetylcholine$

ب) $Ca++$ يحرر من الاكياس العرضية.

ج) $Ca++$ يرتبط با: Troponine وينشط الاكتين.

د) المركب "جسر الاتصال"– ATP ينشط.

هـ) تكوين المركب Acto–Myosine (اكتو ميو زين).

3– الانقباض :

أ) $ATP \xrightarrow{Atépase} ADP + P + Energie$

ب) الطاقة تسمح بدوران جسر التقاطع أو "الاتصال".

ج) الاكتين ينزلق على الميوزين = العضلة تنقبض.

د) انتاج شدة معينة tension développée

4- اعادة التنشيط Réactivation

أ) مجيء ATP جديد.

ب) تفكيك الاكتوميوزين.

ج) إذا كان Ca+ + مازال موجود العملية تعاد من 2-(أ).

5- الارتخاء : relâchement

أ) السيالة العصبية تتوقف.

ب) الـ Ca+ + يضخ في الاكياس العرضية.

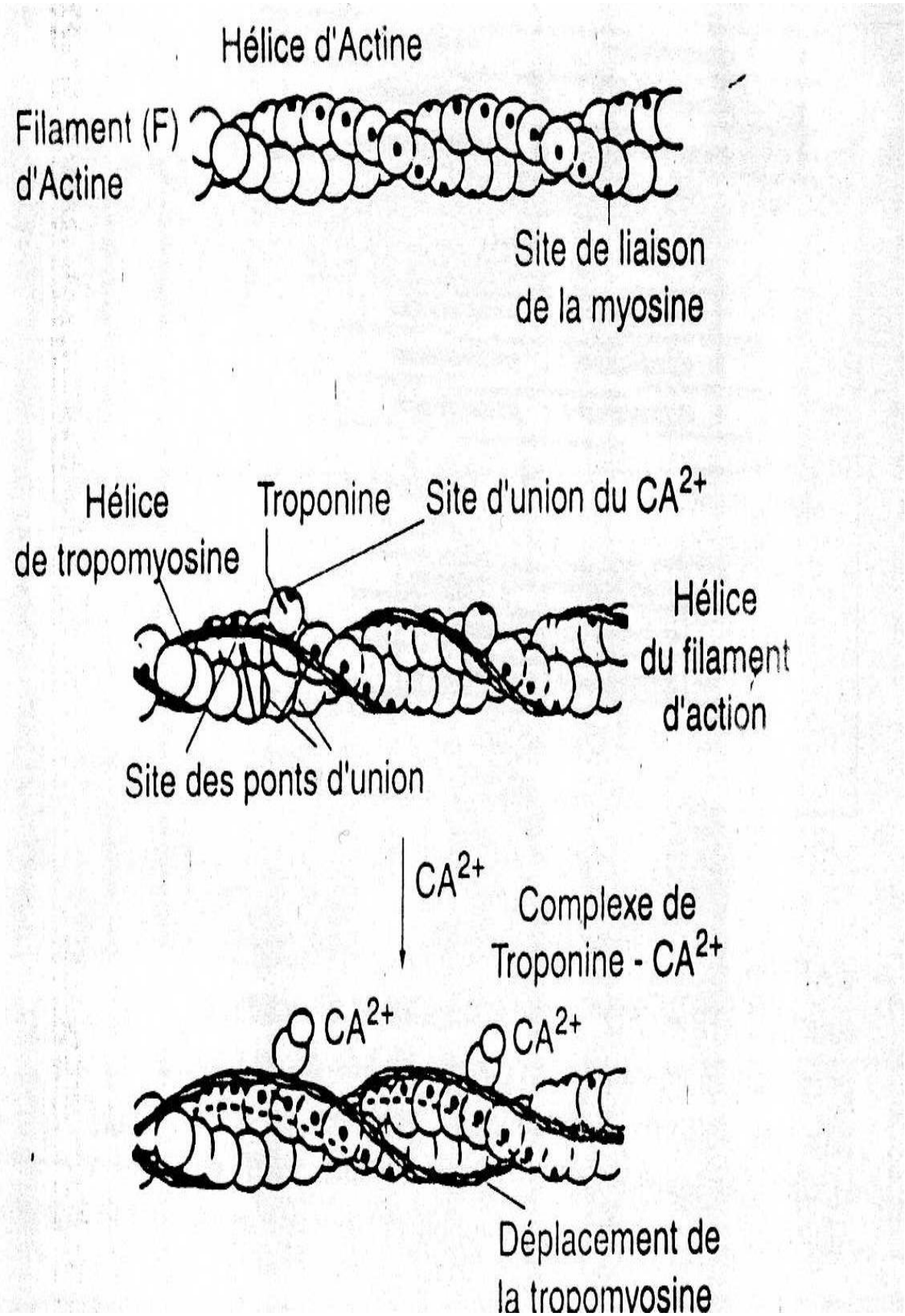
ج) العضلة تسترخي.

الاثارة والانقباض شرح :

-مجيء السيالة العصبية ← **تحرير** Acétylcholineيحدث تغيير الشحنة

لـ ← sarcoléme هذه الشحنة تنتشر عبر الخلية العضلية بواسطة الانابيب العرضية وبالتالي تحرير Ca+ + من الاكياس العرضية.

Ca+ + يتحد مع Troponine للخيوط الرفيعة والتالي تنشيط للأكتين.


Hélice d'Actine
Filament (F) d'Actine
Site de liaison de la myosine
Hélice de tropomyosine
Troponine
Site d'union du CA^{2+}
Hélice du filament d'action
Site des ponts d'union
CA^{2+}
Complexe de Troponine - CA^{2+}
CA^{2+}
CA^{2+}
Déplacement de la tropomyosine

فيسيولوجيا الجهد

انظمة انتاج الطاقة

– الطرق المباشرة : نستعمل هذا المصطلح لطرق انتاج الطاقة التي لا تستعمل فيها الاغذية فهي الطرق التي تسمح بتحرير الطاقة عن طريق تفكيك جزيئات "الفسفو كرياتين " و ATP،وتسمى أيضا طريق الفسفاجين أو "النظام اللاهوائي اللالبني " ،وتجدر الاشارة إلى انه ومنذ الثواني الأولى للتمرين نسبة كبيرة من الطاقة تأتي عن طريق الغلكزة "Glycolyse" اللاهوئية وتركيز اللكتات يزداد في الدم منذ بداية التمرين.

فتسمية "alactique" أو "اللالبنى" يجب أن تنحصر نظريا في حركة انفجارية مثل القفز العمودي أو الرمي ،إن تركيز (Pcr) العضلي يفوق بخمس مرات تركيز ATP (23,6 mmol/Kg) ،الارتباط الطاقوي للكرياتين فوسفات يحتوي على حوالي 9,5 Kcal/mol مقابل 8,0 لـ ATP.

هذه الطاقة الكبيرة مقارنة بالتي ننتجها ATP يسمح بنقل سريع للطاقة اتجاه ATP و Grp تتفكك قبل أن ينقص تركيز الـ ATP بصفة محسوسة ،معا ATP وGrp تشكلان نظام "الفو سفجان" أو "نظام Grp–ATP "أو النظام "اللالبنى" ،وهو عملية لاهوائية لا يستدعي وجود O_2ولا ينتج حمض اللبن Acide lactique.

في بداية التمرين الرياضي ATP المخزن في العضلة النشطة يستهلك في حوالي (6 ث)،و العمليات الايضية الطبيعية لا تستطيع انتاج الطاقة بالسرعة التي تستهلكها بها الخلية، وبالتالي فهي تحتاج إلى مصدر طاقة فمجموعة الفوسفات تنقل بسرعة إلى ADP من أجل إعادة تكوين ATP الضروري للتقلص العضلة.

تفكك (CrP)إلى (Cr) يحرر 10,3kcol/mol هذا النظام يسمح بإنتاج الطاقة الضرورية لإبقاء تقلص عضلي أقصى مدته حوالي (15الى 30 ث) ،ويسمح بأداء مجهودات قصيرة وذات شدة عالية ،مثل القفز ،السباقات السرعة القصيرة ،(50م ،60م ،100م). استرجاع مخزون Pcr ميكانزيم سريع ،(2) دقيقتين كافيتين لاسترجاع 90% من التركيز الاساسي لهذه المادة إذا كان O_2 موجود بكميات كافية.

منطقيا إعادة تشكيل GP تكون أسرع لدي الرياضيين اللذين لديهم قدرة تحمل كبيرة.

فيسيولوجيا الجهد

الطاقة التي تسمح بإعادة تشكيل ATP تأتي عن طريق التفاعل الكيميائي التالي:

$$\text{ATP} \xrightarrow{ATPASE} ADP + Pi + Energre$$

$$ADP + \text{GrP} \rightleftarrows \text{ATP} + \text{Cr}$$

$$créatinekinase$$

- الميوكيناز Myokinase :أو (adénylatekinase)

أنزيم موجود في كل الخلايا ،عندما يصل تركيز ADP إلى مستويات حرجة ،هناك تفاعل كيميائي آخر يسمح بإعادة اتناج ATP .

$$2\ \text{AdP} \rightarrow 1ATP + 1AMP$$

$(AMP)Adénosine Monophosphate))$ يتفككبوجود الماء لإعطاء

$(NH_3)L'ammoniaque$ و $(IMP)Inosine Monophosphate))$

$$AMP + HO_2 \rightarrow IMP + NH_3$$

هذا النظام لإنتاج الطاقة نادراً ما يحدث عند الغير رياضي.

التدريب الرياضي لا يزيد في GrP ،الكمية الموجودة حوالي $(2g/j)$ لكن هناك إمكانية إعطاء هذه المادة خارجياً ،ويسمح ذلك بزيادة الاداء في مجهودات ذات شدة عالية ،(مثال سباقات سرعة متتالية في الالعاب الجماعية ،كمية العمل تزداد بحوالي 8%).

– تقييم قدرة النظام اللاهوائي اللالبني :

أ) اختبار الارتقاء العمودي ، Test de détente أو JUMP-Test أو SARGENT يتمثل هذا الاختبار في الارتقاء العمودي من المكان أقصى مسافة ممكنة من وضعية ثني الركبتين $90°$ ،هناك الكثير من الوسائل لمعرفة العلو ،ابتداء

من استعمال الطبشور إلى الخلايا البصرية الكهربائية الخاصة ،نستعمل معادلة Lewis من أجل تحويل المسافة إلى قدرة

.

$$W = 21{,}7m.\sqrt{h}$$

$$W = PuissauseenW.$$

$$m = massedusujet(eukg)\ .$$

$$h = hauteurdusaut\,(m).$$

ب) – اختبار MARGUARIA:

يتمثل في صعود السلالم مكونة من 15 درجة (17,5 mعلو) وبأقصى سرعة في كل خطوة يجب عبور 3 درجات بعد أخذ خطوات مسافة 6م ،هذا الاختبار يتطلب جهاز تصوير خاص ،القدرة تحسب كما يلي:

$$W = 10'3m.t^{-1}.$$

$$W = Puissauseen\ (W).$$

$$m = massedusujet(eukg)\ .$$

$$t = letempsentrela\ 3èmeetla\ 9émemarcheen(s)$$

النظام اللاهوائي اللبني – نظام $-VoieD'EMBDEN-MEYERHOF$

يعتمد هذا النظام على توظيف مخزون الغلوكوجين والغلوكوز وينتهى بتفكيكها الغير الكامل هذا التفكيك يمر بعشرة تفاعلات كيمائية: La glycolyseأوالغلكزة اللاهوائية ،تتحول كل جزيئة غلوكوز (6c) إلى جزئتين حمض Pyruvique (3c) وجزيئي (2ATP) ،ثم بتفكيك حمض Pyruviqueإلى Acide lactique او حمض لبنى ،عندما يكون أمداد العضلات بالاكسيجين غير كافي أو منعدم.

فيسيولوجيا الجهد

تفكك الجليكوجين Glycogèneتسمى glycogénolyse

تفكك الغلوكوز تسمى Glycolise .

العملية الاولى تستعمل المخزون أما الثانية فهي تستعمل الطاقة الكامنة في الغلوكوز عن طريق الانزيمات.

- الجليكوجينوليز تنتج 3ATP.
- Glycolise تنتج 2ATP.

تبدأ الغلكزة اللاهوائية بعد تفكك الكرياتين فوسفات (في اقصى الحالات بعد 30 ثانية) وتنتج 2,5 مرات من **ATP** أكثر من النظام الهوائي ،تكون محدودة بـ (PFK) ، Phospho Fructo Kinase وتكون قدرتها لإنتاج **ATP** أقل من نظام الفوسفات مع سعة اكبر (حوالي 40 ثانية) ،فوق هذه المدة تكدس ايونات H^+يوفق التفاعلات الانزيمية لـ PFKالتي تسمح بإعادة تشكيل **ATP**، لاهوائياً ،وينتج عن هذا النقصان في شدة التمرين او التوقف الكلي .

يعطي هذا الميكانيزم حوالي 35mmol/kg من العضلة (حوالي 29 بالنسبة لنظام الفوسفات).

ويسمح بإنتاج الطاقة اللازمة لأداء تمرينات قصيرة ذات شدة عالية ،أو قصوى في حدود (الدقيقة 60ث) فقط السكريات تستعمل في هذا النظام.

هذا النظام ينتج كمية كبيرة من **ATP** في الوحدة الزمنية لكن التمرين لا يتواصل لمدة طويلة لأن هناك حدوث عدم توازن فيسيولوجي بسبب تراكم الحمض اللكتيكي وبالتالي يكون هناك تأثير سلبي على النشاط البدني ،وحده الامداد بـ O_2 يسمح بمواصلة التمرين لفترة طويلة ،إذن الناتج النهائي للتفاعل سيء.

كلمة لاهوائي تعني خطأ ان هذا النظام لا يتم إلا في غياب O_2الغلكزة لا تستعمل الـ O_2 لنكها تتم بوجوده او عدمه.

فيسيولوجيا الجهد

← $2Pyruvate$، $2NADH,H^+$، 2ATP -Glycolyse Aérobie تعتبر مرحلة أساسية لتكوين $Pyruvate$ واعادة تحويله على مستوى الميتوكونديه إلى $Acétyl-CoA$ الذي يعتبر الوقود الاساسي لدوره $Krebs$ فالغلوكوز هناك تتم اكسدته كليا إلى C_{O2} و H_{2O}.

- Glycolyse Anaérobie تنتج ايضا 2ATP، $2NADH,H^+$، $2Pyruvate$ التفاعلات الكيميائية التالية تخضع للتكوين الانزيمي الموجود على مستوى الخلايا ،وأيضا لوجود O_2 ،وتؤدي إلى إعادة أكسدة $NADH,H^+$ مع انتاج:

- أما التخمر اللكتيكي fermentation lactique، وهذا النظام هو الذي ينتج الـ ATP للخلايا التي لا تملك ميتوكوندرية ،مثل خلايا الدم الحمراء ،أو الخلايا التي تعمل في وسط مختنق مثل الخلايا العضلية ذات الانقباض السريع.

- أما Ethanol (التخمر الكحولي).

-دخول Glucose في الخلية :

لا يستطيع Glucose الدخول إلى الخلية عن طريق الانتشار المباشر، فدخوله يكون عن طريق ميكانزمين اساسيين:

1) عن طريق ناقلات الغلوكوز : تسمى $GLUTde\ 1à5$.

2) النوع الثاني أو الميكانيزم الثاني يتم باستهلاك الطاقة ويكون من وسط قليل التركيز إلى وسط أكثر تركيز داخل الخلية فالغلوكوز و Na^+ يحملان في نفس الاتجاه وفي نفس الوقت من خلال الغشاء الخلوي إلى السيتو بلازم ،(الهيولة).

(يكون هذا النوع من النقل في الخلايا الطلائية ،في الامعاء ، وفي الكلى إلخ...).

الغلكزة اللاهوائيةLaGlycolyse Anaérobie:

الغلكزة تعتبر تسلسل لعشرة تفاعلات كيميائية محفزة من طرف عشر محفزات ،تدور هاته التفاعلات في وسط السيتوبلازم (الهيولة) كل النتاج التفاعلات الكيميائية بين Glucose و Pyruvate مفسفره –Phosphorylé– المجموعة الفوسفاتية لها ثلاث وظائف .

1) لا يسمح بانتشار الناتج الكيمائي عبر الغشاء الخلوي.

2) يعمل كمجموعة ربط ،من المركب انزيم قوائم (Substrat).

3) هذا المركب الفسفاتي يحتفظ بالطاقة التي تسمح بتكوين 2ATPمن الغلكزة.

Etapes de la Glycolyse

– مراحل الغلكزة.

- تنقسم الغلكزة إلى مرحلتين أساسيتين.

1) تسمى بمرحلة استهلاك ATPوتنتهي بمنتوج موحد هو Glycéraldéhy3– P

2) المرحلة الثانية : بنتائجهاالثلاث

Pyruvate، 2ATP، $NADH، H^+$أثر الاكسدة P

أقسام المرحلة الأولى :

1) فسفره الغلوكوزبATP

$$ATP + glucose \rightarrow ADP + Glucose - 6 - Phosphte + ADP$$

$$hexokinaseouglucokinase$$

2) مماكبةIsomérisation

$$Glucose - 6 - P \rightarrow Frutose - 6 - P$$

$$phosphoglucoisomerase.$$

3) فسفرة الفروكتوز – 6 – P إلى فركتور 1.6 – bis- P

$$ATP + Fructose\ 6 - P \rightarrow Fructose\ 1.6 - bis - P + ADP$$

$$phosphofructokinase(1)$$

4) انشقاق Clivage الفيروكتوز 1.6 بيفوسفات .

$$[fructose\,1.6 - \overset{P}{b}\ldots \leftrightarrow 3 - \overset{P}{\ldots}yceraldehyde + 3 - \overset{P}{\ldots}ehydroxyactone$$

Aldolase

$$glycer\ldots dehyde3- \leftrightarrow dehydr\ldots yactone3-$$

5) في نهاية هذه المرحلة كل تظهر لنا التفاعل النهائي التالي :

$$\text{Hexoses} + 2\text{ATP} \rightarrow 2\ glycer\ldots dehyde\ 3- \quad +2ADP$$

المراحل الانزيمية للمرحلة الثانية :

هذه المرحلة الثانية هي التي تنتج الـ ATP وPyruvate فهي تحتوي على تفاعل الاكسدة الذي يؤدي إلى تكوين

$.NADH،H^+$

6) $3 - \overset{P}{glyceraldehyde} + NAD^+ + Pi \leftrightarrow 3 - \overset{P}{glycérol} + NADH،H^+$

انزيم 3phosphoglyceraldehyde déshydrogénase

7) حمل الفوسفات إلى ADP – من أجل تركيب أو تكوين ATP.

$$3 - \quad glycerayl - 1 - \quad +ADP \leftrightarrow 3 - \quad glycerate + \mathbf{ATP}$$

$\overset{P}{(3phospho}\ \overset{P}{glycerate}\ldots\overset{P}{ydrogénase})$ انزيم

8) $3\overset{P}{} \quad glycerate \leftrightarrow 2\overset{P}{} \quad glycerate$

انزيم phosphoglycératemutase

9) تجفيف أو "نزع الماء "

$$\overset{P}{} \quad 2 - \quad glycerate \leftrightarrow phosphoénolpyruvate + H_{O2}$$

$$énolase(Hydratase)$$

10) $phosphoénolpyruvote + ADP \rightarrow pyruvate + \mathbf{ATP}$

Bilan énergétique .الحاصل الطاقوي

لكل غلوكوز:

و $-6-$glucose عند تكوين 2ATP $-$استهلاك (P)

(P) $ructoses1,6-bis$

$-$ كل جزء غلوكوز يعطي $\leftarrow$ $-2glyceraldeh$ (P)

على مستوى كل ثلاثي كريون تكوين $NADH،H^+$ و 2ATP و $2pyruvate$

الناتج النهائي تكوين 4ATP ،استهلاك 2ATP ،تفكك جزئي غلوكوز في الغلكزة تكون 2ATP،$2NADH,H^+$و

$2pyruvate$

$$\boldsymbol{Glucose + 2ATP + 2Pi + 2NAD^+ \rightarrow 2pyruvatE + 2ATP + 2NADH,H^+ + 2H2o}$$

مصير البير وفات الذي يحتوي على القدر الاكبر من الطاقة الكيميائية للغلوكوز ،متعلقة درجة كبيرة بوجود O_2اثناء وقت انتاجه ،اذا كان التمرين ذا شدة عالية تركيز البيروفات تزداد بقوة وكمية كبيرة من هذه المادة تحول إلى LACTATE

$$pyruvate + NADH,H^+ \rightarrow LACTATES + NAD^+$$

الهدفمن هذا التفاعل الكيميائي هو انتاج NAD^+ بأكسدة NADH كل هذه العملية (إلى غاية الـ Lactate) هو الذي نسميه Glycolyse

$$Glucose + 2ADP + 2Pi \rightarrow 2LACTATES + 2ATP + 2HO$$

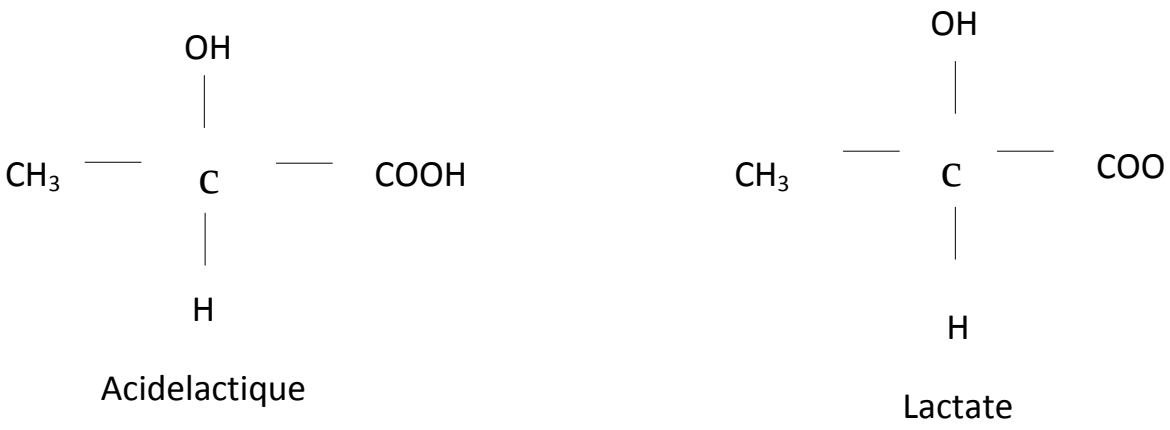
2ATP هما المنتوج النهائي لكل غلوكوز وليس ATP4.

2ATPالمتحصل عليها تمثل فقط 2%من الطاقة الكامنة و المخزونة في جزئي الغلوكوز ،هذا لا يعني ان الناتج النهائي للفاعل الكيميائي ضعيف لان الجزء الكبير من الطاقة الكامنة يبقى في Lactate .

اذا كان تمرين من الناحية النظرية يحتاج إلى ATP38 ،جزئغلوكوز يستهلك عن طريق النظام الهوائي ،بيد أن 19 جزئ غلوكوز تكون ضرورية إذا كانت الغلكزه اللاهوائية هي المستعملة .

- Lactate L'acide lactiqueوتحديد الأداء:

ذكرنا ان العملية كلها إلى غاية انتاج الـ Lactate هي التي تسمى الغلكزه اللاهوائية: فهي تكون Lactate وليس Acide Lactique



هذا التفاعل يزيد في PH ،كل ما $pyruvate$ يستقبل H^+ من NAD كل ما كان هناك انتاج Lactateوكل ما الغلكزه تستطيع المواصلة.

عوض ان تكون اشارة تحديد الاداء فإن انتاج الـ Lactate يكون شاهد على فعالية الغلكزه ،وبالتالي دفع الوقت الذي نوقف فيه التمرين.

ACIDE LACTIQUE هو مزيج بين الـ Lactate و ايوناتH^+ ،التي ظهرت في تفكك ATP

$$ATP + H2o \longrightarrow ADP + Pi + H^+ + En29.3Kj.ml.l$$

إذا دور اللكتات في تحديد فعالية التمرين ضعيف المسؤول هنا هو أيونات H^+التي تزيد في الوسط الحمضي

فيسيولوجيا الجهد

الـ Lactate أيضا غير مسؤول عن الآلام بعد التمرين courbatures ولا حتى على التشنجات العضلية (crampesCazorla et col)ويعتقد ايضا ان Lactate يحمي من التعب.

ملاحظة : هناك اشخاص مصابون بما يسمى glycogénose من النوع الخامس أو ما يسمى بمرض M C Ardle ،وهي مشكلة جينية لا تسمح بالغلكزه الجيدة او بتغير الغلوكوجين إلى غلوكوز (يحدث سوء تقلص عضلي ،تشنجات ،آلام ممكن ان تصل إلى إصابة العضلات).

تقييم النظام اللاهوائي اللبني

Lactatémie : درجة تركيز اللكتات في الدم ،وهي مؤشر جيد على هذا النظام فكلما كانت مرتفعة كان الاداء جيد.

- اختبار Wingate
- مثل النظام الأول فإن صعوبة قياس الخصائص اللاهوائية بالطرق البيوكميائية والتنفسية فإن القياس البيو ميكانيكي يصبح حل ،اختبارWingate يقيس القدرة اللاهوائية اللبنية.
- يكون في المخبر باستعمال دراجة ثابتة Ergocycle

1) – سباق سرعة لمدة 5د.

2) – قوة معاكسة 57غ /كلغ من كتلة الجسم ،(6kg← لشخص يزن 80كلغ)

- تسخين لمدة 5د.
- راحة لمدة 1دقيقة.
- الشخص يعطى4 ث للانطلاق الفعلي،ثم أن يعطي اقصى ما لديه منذ البداية وحتى 30ث.
- نقيس القدرة المتوسطة.
- نقيس في نفس الوقت القدرة كل 5 ثواني .

- نقص القدرة أثناء 30ث قد يكون أيضا مؤشراً يؤخذ بعين الاعتبار للتعب.

(إلى اين يذهب) مصير الـ DEVENIR DU LACTATE

- Lactate : يتحول إلى glycogène في الكبد في دورة Cori أثناء ما يسمى néoglucogenese

- Lactate : يتأكسد مباشرة في العضلات (خاصة الالياف البطيئة) (الكبد ،الكلى ،القلب ،أي في كل الأجهزة التي فيها نسبة عالية من انزم H-LDH2 اللكلتات يتحول إلى Pyruvateويتاكسد في دورة krebs).

النظام الهوائي

من اجل ان نبقي على المجهود يجب ان يتم تفكيك الجلوكوز والدهون.الامداد بـATPيكون عن طريقالتنفس الخلوي الهوائي .اثناء التقلصات العضلية البطيئة او اثناء الراحة الطاقة الضرورية تكون عن طريق تفكيك الدهون. عندما تكون التقلصات اشد الغلوكوز هو الذي يكون المصدر الأساسي للطاقة.التنفس الخلوي الهوائي يكون في الميتوكوندرية.

النظام الهوائي يحتوي بالترتيب على:

- الغلكزة الهوائية والتي تحدث بدون تكدس حمض اللكتيك.
- دورة Krebs.
- نظام نقل الالكترونات او السلسلة التنفسية الذي يمنح الطاقة اللازمة للإعادة تشكيل ATP3 لكل زوج الكترونات.

التفاعل الكيميائي العام لدورة Krebs :

$Acetyl C_{o}A + 3NAD^{+} + FAD + 2H_2O + ADP + P_i \rightarrow 2CO_2 + C_oA + 3(NADH,H^{+}) + FADH_2 + ATP$

الحاصل النهائي لدورة Krebs لجزيء pyruvate (يجب ان نضرب هنا في اثنان)اذا اخذنا بعين الاعتبار جزيء غلوكوز يكون كما يلي :

$2CO_2$–

1 ATP–

$3(NADH,H^{+}) + 1FADH_2$ 4 coenzymes–

حـاصل النظام الهوائي :مثال جزيء غلوكوز :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38ADP + P_i \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38\ ATP$$

ATP38بالنسبة لـ$O_2$6 هذا ما يمثل ATP 6,3 لـO_2

ملاحظة :**31** او **ATP29,5**حسب المعلومات الأخيرة (**weiss(2013**

1) سرعة التدخل:

إن دراسة التأقلم التنفسي للجسم تحت تأثير المجهود ،يظهر أن هناك مرحلة وضع من 2 إلى 3 دقائق ،حتى تصبح التبادلات التنفسية متأقلمة مع الاحتياجات العضلية ،هذا الوقت من أجل الوصول إلى حالة توازن يمثل دين الـ O_2 Dette d' O_2 والذيهوف يؤدي بعد نهاية التمرين.

اذا اثناء فترة الاسترجاع الطابع التدريجي للعودة إلى استهلاك O_2 إلى مستواه الطبيعي (مستوى الراحة) يشرح بما يلي :

1- تأدية الدين اللكتيكي و المتمثل في استعمال 85% من اللكتيك المكون من اجل اعادة تشكيل الغلوكوجين العضلي أو على مستوى الكبد ،إل 15% الباقي تتأكسد مع تكوين H_2O, C_{O2} والطاقة

2- تأدية الدين اللالبنى المتمثلة في تحديد مخزون أوكسيجين الجسم (Myoglobine du sang) وتغطيه النفقات الايضية الاضافية الناجمة عن ارتفاع حرارة الانسجة وزيادة نشاط أجهزة القلب ،والجهاز التنفسي ،واعادة تشكيل CrP المستعملة في بداية التمرين.

يجب الاشارة إلى انه بالنسبة لتمرين ذا شدة قصوى لبضع دقائق فإن كمية الـ O_2 المستهلكة أكثر من المستوى دين (O_2) تصل إلى 20ل في ساعة : 16للدين اللكتيكي14 للدين اللالبنى.

- القدرة القصوى : استهلاك الاوكسيجين يزيد بطريقة تناسبية مع شدة التمرين وفي حد معين يسمى القدرة القصوى الهوائية هذه الزيادة تتوقف مع أن شدة التمرين نستطيع زيادتها وهكذا فإن "الاستهلاك الأقصى لـ O_2 الذي يستطيع الوصول اليه اثناء تمرين مؤدي على مستوى البحر و باستنشاق الهواء ،وقت التمرين من 2 إلى 6د حسب القدرة ".

هذا يظهر بأن شدة النظام الهوائي لا تستطيع تجاوز حد معين بعد هذا الحد فإن احتياجات الطاقة يكون عن طريق النظام اللاهوائي هذه $V_{O2}\ max$- تقاس بـ l/min او Ml/min/ kg من الوزن ،وهي تختلف حسب الاشخاص.

- السن.
- الجنس.

فهي تصل من 20 إلى 95 ml/min/kg.

- بالنسبة لشاب غير ممارس للرياضة 3l/min أي 45ml/min/kg و هذا يعطينا قيمة طاقوية 15à20 kcal/min مع العلم ان كمية الطاقة المنتجة متناسبة بكمية O_2 المستهلكة (هذه القيم تتنقص حوالي 20% بالنسبة للمرأة).

العوامل المحددة للقدرة القصوى الهوائية :

$Vo_2\ max$ - تعريف . تذكير.

فيسيولوجيا الجهد

PMA– تعريف . تذكير.

V.M.A– تعريف . تذكير.

إن كفاءة أو قابلية او قدرة اي شخص لأداء تمرين عضلي لمدة عدة دقائق و اكثر متعلقة اولا باستطاعته على أخذ ونقل الـ O_2 من الهواء إلى الميتوكوندرية ،الانظمة المؤكسدة وحدها تسمح بالأخذ من المخزون الكبير للطاقة ،كل ما كانت القدرة القصوى الهوائية مرتفعة كل ما كان تحرير الطاقة كبيرة.

– التدفق الرئويde débit ventilatoire

بالنسبة لاستعمال الجسم لـ O_2 عن طريق التنفس لم يثبت ان هذا يحدد من استهلاك O_2 الاقصى ولكن يمكن زيادة كمية الهواء المستنشق التي تصل إلى 150 l/min هواء ،ما يمثل 30 l/min (O_2) توضع تحت تصرف الجسم في الرئتين مع العلم ان Vo_2 max لرياضي نخبة تصل إلى 6 l/min.

– الكتلة العضلية المستعملة اثناء التمرين :

التمرين الايزو متري يحدد من تدفق الدم أما التمرين الديناميكي يسمح بدورة دموية احسن اي بتدفق أحسن وبالتالي تستطيع الوصول إلى الاستهلاك الاقصى لـ O_2 في هذا النوع من التمرين الالياف الحمراء ذات الانقباض البطيء هي التي تسمح بأداء تمرينات بطريقة فعالة ،فهي تمتلك الانزيمات الضرورية لمختلف العمليات الايضية.

استنتاج

نستنتج مما سبق ان الكتلة العضلية المستعملة اثناء التمرين لا تظهر كعامل محدد للقدرة القصوى الهوائية.

– النشاط الانزيمي :

قدرة الانظمة الانزيمية المؤكسدة ليست عاملا محددا للقدرة القصوى الهوائية.(Gollink 1972)

– السعة Capacité

من الناحية النظرية سعة هذا النظام غير محدودة لكن التجربة تثبت انه بالنسبة لشخص شاب غير رياضي التمرين في حدود القدرة القصوى الهوائية لا يتعدى 5 إلى 6 دقائق.

فيسيولوجيا الجهد

نستنتج القدرة القصوى الهوائية محدودة وأن قيمتها تعتمد على شدة التمرين نسبة إلى PMA.

– وهكذا فإن في 70% من PMAالوقت الاقصى للتمرين هو 30د وفي حدود 50%PMA التمرين يكون وقته في حدود الساعة.

– إن هذه الارقام تتغير جذريا بواسطة التدريب :

فمثلا بالنسبة لأشخاص PMA← % 67 قبل التدريب ،87% بعد التدريب من PMA.

أيضا بالنسبة لرياضي نخبة في المسافات الطويلة و $6l/min \leftarrow Vo_2max$ يستطيع الجري لمدة ساعتين (2h) في حدود 80%PMA لسعة في حدود 2900 kcal،وفي حدود 70% نفس الرياضي يمتلك سعة 500 kcal وهذه القيمة 15 مرة أكثر من الشاب غير رياضي.

العوامل التي تسمح بتحسين السعة الهوائية مرتبطة بـ :

– كمية الغلوكوجين مهمة اثناء الراحة في العضلات.

– تغيير في توزيع المواد المستعملة ،الدهون تلعب دور الاكثر اهمية(الاحماض الدهنية).

– انتاج قليل للحمض اللبني.

– تحكم اكثر في حرارة الجسم مما يؤخر ارتفاع الحرارة الكبير.

– تحسين عمل الانزيمات المؤكسدة.

– تدخل بعض الهورمونات (STHinsuline).

– العتبة الهوائية :

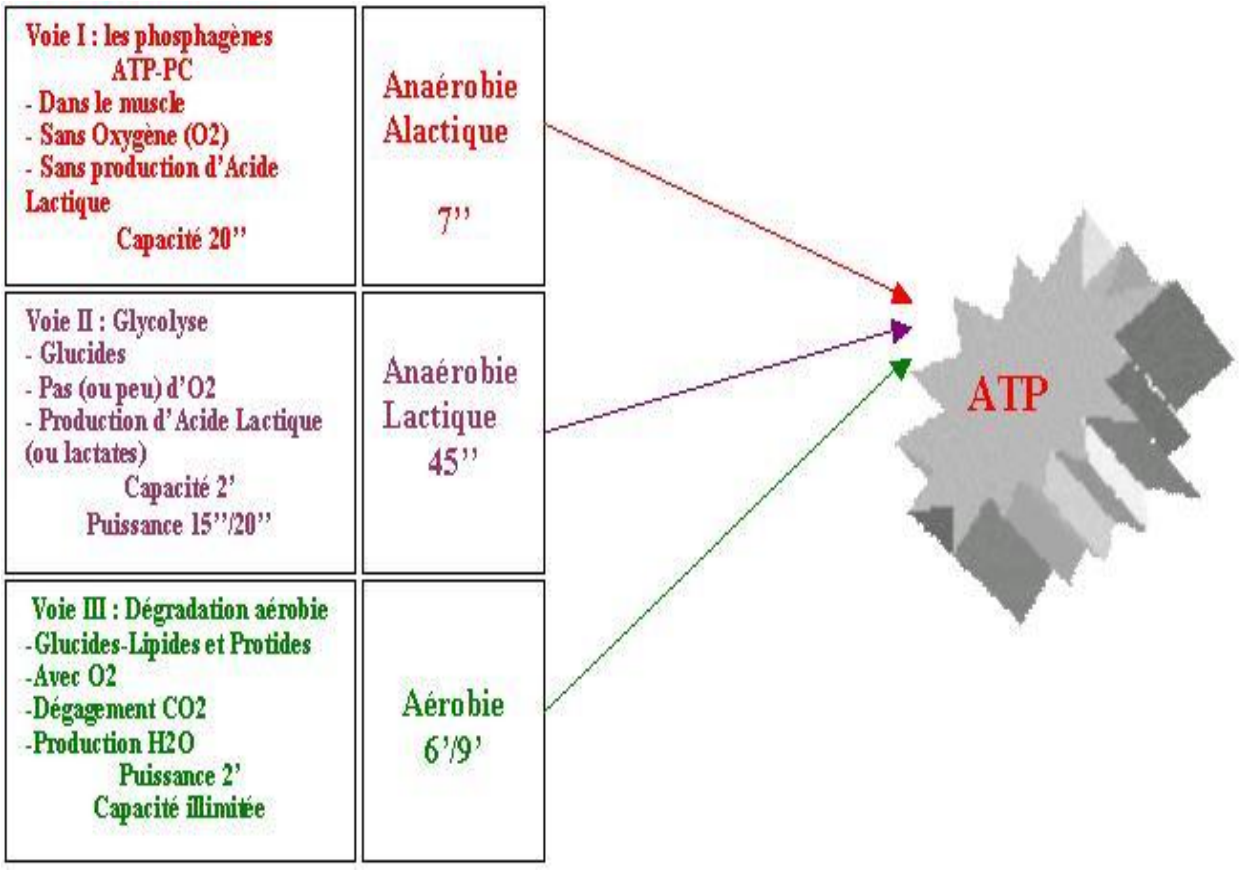
تبدأ في وقت اللكتات في الدم يزيد فوق قيمته اثناء الراحة :2 m mol/litre.

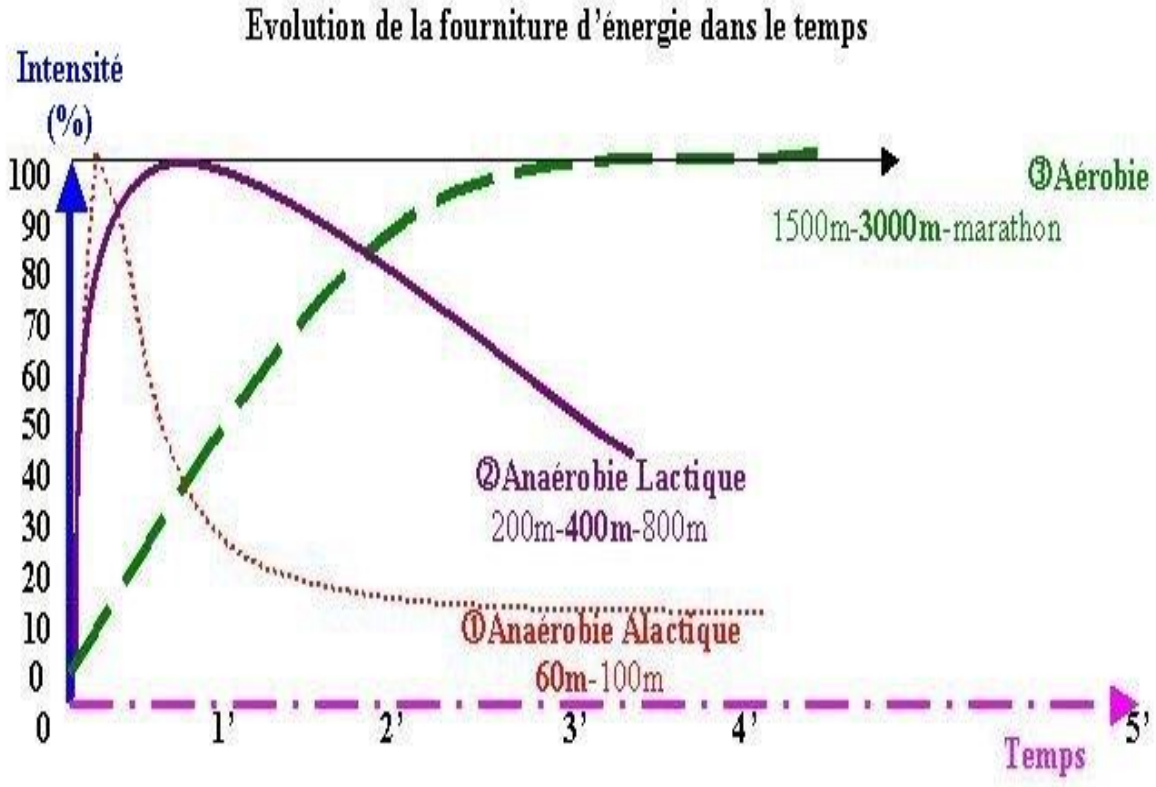
– هو الحد الذي نستعمل فيه الانظمة الهوائي (النقي) والهوائي اللاهوائي.

– العتبة اللاهوائية :

فيسيولوجيا الجهد

عندما تزيد شدة التمرين تصل إلى عتبة تسمى العتبة اللاهوائية Seuil anaérobie(4mmol/l)بعدها لا يستطيع النظام الهوائي توفير الـ ***ATP*** اللازمة للنشاط البدني ،عموما هذه العتبة تكون في حدود 85,9% من (VMA).





L'interprétation de ces trois courbes montre que :

Les voies 1, 2, 3 n'interviennent pas successivement elles se chevauchent progressivement par différents processus par ordre. Elles ont un démarrage immédiat, par contre, elles ont des délais d'intervention différents et leurs possibilités sont étalées dans le temps.

Résumé des caractéristiques essentielles des différentes filières énergétiques
D'après M.Pradet (1989)

	Anaérobie Alactique	Anaérobie Lactique	Aérobie
Substrats	**ATP** **CP**	**Glucides (glucoses et glycogène)**	**Glucides** **Lipides** **Protéines (faible %)**
Délai d'efficacité maximum	Nul	20 à 30 secondes	1 à 3minutes
Puissance	Très élevée + + + +	Elevée + +	Dépend du VO2 max
Temps d'épuisement à puissance maximale	2 à 3 secondes	25 à 40 secondes	3 à 15 mn
Capacité	Très Faible +	Faible +	Illimité + + + + +
Temps d'épuisement de la capacité (réserve)	Entre 7 et 20 secondes	2 minutes	Dépend du % du VO2 max utilisé
Facteurs limitants de l'exercice	Puissance : système enzymatique et neuro-musculaire. Capacité : baisse de la concentration des réserves de CP	Puissance : enzymes de la glycolyse anaérobie et nombre de fibres rapides Capacité : Baisse du pH musculaire	Puissance : fatigue musculaire locale Capacité : chute du taux du glycogène

Tableau 1 : Contribution relative des processus aérobies et anaérobies en fonction de la durée d'un travail maximal (Tiré de Thoden et coll. 1988)

durée du travail maximal	processus anaérobie alactique	processus anaérobie lactique	processus aérobie
5 s	85 %	10 %	05 %
10 s	50 %	35 %	15 %
30 s	15 %	65 %	20 %
1 min	08 %	62 %	30 %
2 min	04 %	46 %	50 %
4 min	02 %	28 %	70 %
10 min	01 %	09 %	90 %
30 min	01 %	05 %	95 %
1 heure	01 %	02 %	98 %
2 heures	01 %	01 %	99 %

Tableau 2 : Systèmes de distribution d'énergie en fonction de la durée et des types d'épreuves

Systèmes d'énergie	Durée de l'épreuve	Exemples d'activités physiques
A.T.P et C.P	moins de 20 secondes	sauts, lancers. 100 m course
A.T.P et C.P et glycolyse anaérobie	de 30 à 90 secondes	400 m course, 100 m nage
glycolyses anaérobie et aérobie	de 90 secondes à 3 minutes	800 m course, sports de combat, gymnastique
processus aérobie	plusieurs minutes	football, cross, jogging

Caractéristiques de l'intervention des différentes filières de production d'énergie en fonction de la durée de l'exércice (Serresse et coll., 1988)

Durée de exercice	Filières énergétiques	Degré d'intervention	Inertie
10 s	phosphagènes	53%	1-3ème s
	Glycolytique	44%	
	oxydatif	3%	
30 s	Phosphagènes	23%	
	Glycolytique	49%	
	Aèrobie	28%, 25%, 18% (11.9-25% inter individus)	
65 s	anaérobie	67 %	
90 s	Phosphagènes	12%	0-15ème s
	Glycolytiques	42%	16-30ème s
	Aérobie	46% total (64%, précoce) 81% (61-75 s) 83% 15 dernières secondes	61-75ème s/ 46-60 s
	VO_{2max}	95-97% de VO_{2max} durant les 30 dernières secondes	
	Relation VO_2/temps	Relation linéaire entre 1-60 s	

فيسيولوجيا الجهد

خصائص أنظمة انتاج الطاقة

تتدخل الانظمة الثلاثة من اجل اعادة تشكيل ATPالضروري لتحرير الطاقة الميكانيكية (الانقباض العضلي) فهي تتباين وتختلف فيما بينها:

1-بسرعة التدخل.

2- القدرة القصوى :المتمثلة في كمية الطاقة القصوى التي يستطيع النظام انتاجها في الوحدة الزمنية.

3- السعة : التي هي كمية الطاقة المخزون للنظام حتى النفاذ.

I)- النظام اللاهوائي اللالبني :

1- سرعة التدخل :هو نظام الفسفجان أو نظام الفوسفو كرياتين والمتمثل في تفكك هذه المادة فهو آني ويستجيب منذ بداية التمرين لنقصان تركيز الـ ATP العضلي ،فهو يسمح بانطلاقة النشاط العضلي ويسمح بالإمداد بالطاقة لمجهودات قصيرة وذات شدة قصوى (نوع السرعة).

2- القدرة القصوى :

متغيرة حسب المستوى الايضي قبيل التمرين فهي بالنسبة لشاب غير رياضي في حدود 60 إلى $100Kcal/min$

،وهو ما يعادل مجهود ذا شدة قصوى في حدود 7ث القدرة القصوى لهذا النظام في حدود 2 إلى 3ث.

العوامل المحددة لهذا النظام عوامل متعلقة بالنسيج العضلي :

- الانظمة الانزيمية (diastases) التي تتدخل في تفكك ATP(ATPase) و تفاعلات اعادة تشكيل $Pc + ADPaveccreatinephosphokinase$ والميوكناز لـAMP.

عدد الالياف البيضاء او السريعة ،الموجودة في العضلة والحاملة للأنزيمات الاساسية اللاهوائية ،و المحتوية على $phosphokréatine$ تجدر الملاحظة أن هذه الالياف عددها مرتبط بالجانب الوراثي.

3- السعة :

متعلقة بدرجة تركيز الفسفو كرياتين العضلي (وراثي) السعة اللاهوائية اللالبنية عند الشخص الغير رياضي من 5 إلى10Kcal وتسمح بأداء مجهودات قوية الشدة في حدود 20ث وتتحدد بنقصان أو نفاذ مخزون الفسفوكرياتين.

II)– النظام اللاهوائي اللبني :

–سرعة التدخل :يتطلب وقت انتظار بضع ثواني فميكانيزم الغلكزة يتدخل ببطىء بمجرد وصول Pc إلى أدنى مستوياته وظهور الكرياتين في الجسم ،وأيضا ارتفاع تركيز الفوسفات الADPأو AMP تحدد زيادة شدة الغلكزة.

– القدرة القصوى:

تظهر لنا بقياس نسبة اللكتات في الدم اثناء تمرين ذا شدة عالية فالقدرة القصوى لهذا النظام تكون في حدود $100Kcal/min$عند الشخص الغير رياضي ،والمتمثلة في مجهود ذا شدة عالية في حدود 40 إلى 45ث ،متبوع بوقف التمرين (نقصان السرعة).

العوامل المحددة للقدرة القصوى لهذا النظام مرتبطة بـ :

– النشاط الانزيمي للغلكزة.

– عدد الالياف السريعة الموجودة في العضلة.

– السعة :

السعة اللاهوائية اللبنية المقاسة بطريقة غير مباشرة انطلاقا من التركيز الاقصى المتحمل للكلتات في الدم تكون في حدود 20 إلى 40$Kcal$،عند الشخص الغير رياضي وهذا يمثل مجهود عالي الشدة في حدود (2د).

العامل الاساسي المحدد للسعة يكون نسبة الحمض اللبني الموجود على مستوى الجسم ،وتحديدا قدرة التحمل النسيجية للكلتات (حالة الحمضية) ،وهكذا بالنسبة لتمرين عالي الشدة والمتعب في دقيقتين فإن PHالعضلي يهبط إلى أقل من 6,5 ومن اجل مقاومة هذه الحالة فإن الجسم يمتلك مايسمى بنظام Tampons والذي يستطيع التحكم في درجة الحموضة الخلوية (الطبيعية) اذن السعة اللاهوائية اللبنية تكون متعلقة اساسا بتدخل هذه الأنظمة المخزنةTampons والتي تكون بدورها متأثرة بتغيرات انزيمية.

فيسيولوجيا الجهد

- اللكتات غير مسؤول عن الآلام العضلية ولا عن التشنجات(Cazorla et coll)

- اللكتات يحمي من التعب .

- اللكتات أيون يمسك ايونات البوتاسيوم ويسمح للغشاء الخلوي ان يكون اقل تشويش في اثناء الاشارة العصبية.

خصائص أنظمة انتاج الطاقة عند الطفل والمراهق

I) – القدرات الهوائية : يمتلك جسم الطفل و المراهق قدرات تأقلم كبيرة خاصة في ميدان أداء النظام الهوائي ،وينقل Weineck عن Robinson ان الاطفال من 05 إلى 12 سنة يصلون إلى 41 إلى 45% من $V_{O2}\ max$ ابتداءا من 30ثانية من مجهود أقصى مع ان البالغين يصلون إلى 29 إلى 35% فقط من $V_{O2}\ max$ بالنسبة لنفس وقت التمرين.

- تحت تأثير حمولة تدريب في حدود نظام التحمل الهوائي فإن جسم الطفل يستعمل الدهون (اكثر من البالغين).

- حتى ميكانيزم حرق السكريات فإنه يستمر لدى الطفل إلى مدة ساعة.

- إن $V_{O2}\ max$ وبالتالي قدرة التحمل الهوائية **متعلقة بالنمو** كما هي كذلك بالتدريب .

- يجب استبعاد طرق التدريب الطويلة المدة بالنسبة لقدرة التحمل الهوائية لدى الاطفال لما تسببه من ملل وألم.

II)– القدرات اللاهوائية :

- القدرات اللاهوائية تكون محدودة لدى الطفل نسبة للمراهق والبالغ وتتحسن مع التقدم في السن والنمو.

مثال : عند طفل 8 سنوات فإن القيمة المطلقة للقدرة اللاهوائية تقدر بـ 45 إلى 50% نسبة إلى مراهق عمره 14 سنة.

وبالقيمة النسبية (نسبة إلى وزن الجسم) تساوي حوالي 65إلى 70 %مقارنة بالمراهق.

- الحمولات اللاهوائية اللبنية والتي تلازمها درجة حموضة جد مرتفعة يجب أن نتفاداها في تدريب الطفل ،ليس فقط لان القدرات اللاهوائية غير متطورة بالنسبة اليه و ان الاسترجاع في هاته الحالة يكون أبطأ ولكن لان هذا النوع من الحمولة يمثل عاملا غير مطاق من قبل الطفل.

فيسيولوجيا الجهد

القدرات الانزيمية لدى الطفل تكون ضعيفة و لا تتحسن إلا باكتمال النمو.

- بالنسبة للممارسة الميدانية فإن احسن طرق تطوير قدرة التحمل يكون باستعمال الحمولة الهوائية أو التدريب الفتري القصير مثل سباق 20م إلى 30م وقت يقدر بـ3 إلى 5 ث.

- القلب يعمل تحت تأثير حمولة التدريب بنبضات اكثر من البالغ

- البالغ من 20 إلى 30 سنة في حدود 200 ن/د.

- الطفل السن الأول والثاني في حدود 220ن/د.

- تدريب قدرة التحمل في السن الاول قبل المدرسة :

إن مدة سنتين تدريب قدرة تحمل هوائية بالنسبة لأطفال من 3إلى 5 سنوات لم يكن يحمل اي نوع من التعب المفرط او من المضاعفات الجانبية إذا كان هذا التمرين متأقلم مع قدرات الطفل في هذه السن.

- ان اطفال في عمر (العامين) يستطيعون الجري لمدة 20د اذا ارادوا ذلك ويكون توقفهم فقط لأسباب أخرى.

- يجب ان يكون تدريب قدرة التحمل الهوائية في هذه السن في اطار تطوير الحالة البدنية العامة دون تخصيص.

- تدريب قدرة التحمل للسن المدرسي الاول والثاني:

يبقي التركيز قائما في هاته المرحلة على القدرات الهوائية بصفة عامة أي قدرة التحمل الاساسية والتي بواسطتها نطور القدرات اللاهوائية.

- يجب مراعاة شدة التمرينات في هاته المرحلة لان المسافة لا تكون عائقا.

- يذكر Weineck عن HaraLambieانه بعد إجراء اختبارات لأطفال سنهم 13 سنة وبعد أداء مسافة 10 كلم لم يكن هناك اي ظاهرة مرضية لديهم اذن هنا شدة التمرين هي التي يجب مراعاتها في حدود ما يتحمله جسم الطفل هاته السن.

- تدريب قدرة التحمل اثناء فترة المراهقة الأولى والثانية:

اثناء هاته الفترة ونتيجة للنمو السريع لجسم المراهق فإن قدرة التحمل والقوة يجب تطويرها بصفة فعالة .

فهاته الفترة يبنى عليها مقدار القدرات الهوائية المتحصل عليه آتياً ، ومع هذا فيجب الحذر اثناء تدريب قدرة التحمل وتقنين ذلك بصفة محددة بتغيير اشكال وطرق التدريب إلى ان يصل المراهق بالتدرج إلى الحمولة و الحجم الذي يقبلهما جسمه عند وصول مرحلة البلوغ.

تدريب انظمة انتاج الطاقة

I) تدريب النظام اللاهوائي اللالبنى :

1- تحسين القدرة:

الهدف : زيادة نسبة ATP ،زيادة النشاط الانزيمي وسرعة استجابة العضلة لمجهودات قصوى قصيرة.

شدة التمرينات : قصوى (سرعة قصوى).

المدة : 4 إلى 7 ث.

عدد المجموعات بالحصة : 3 إلى 5.

عدد التكرارات في كل مجموعة : 3 الى 5.

استرجاع : طويل بين المجموعات والتكرارات.

2- تحسين السعة:

الهدف : زيادة نسبةالفوسفوكرياتين (PC).

شدة التمرينات : قصوى او دون القصوى.

المدة : 6 إلى 20ث.

عدد المجموعات والتكرارات:

* بالنسبة للتمرينات القصيرة(6 إلى 12ث).

- 2 إلى 3 مجموعات تحتوى على 3 إلى 4 تكرارات.

* بالنسبة للتمرينات الطويلة (10-20 ث) :

- 1 الى 2 مجموعة تحتوى 3 إلى 5 تكرارات.

الاسترجاع :

- قصير بين التكرارات إلى كانت المدة قصيرة (8 إلى 10ث).
- طويل بين المجموعات إذا كانت المدة طويلة 20ث.

وطويل بين المجموعات.

II) - **تدريب النظام اللاهوائي اللبنى** :

1- تحسين القدرة :

أ) الهدف : تحسين النظام الانزيمي للغلكزة اللاهوائية.

- تعويد العضلة على العمل في نفسه لكتات مرتفعة (تفعيل عمل العضلات الخاصة بالنشاط الممارس).

ب) شدة التمرينات : دون القصوى.

ج) المدة : 20ث إلى 1د.

- المسافة : 150م إلى 300م (متغيرة حسب مستوى الشخص).

- عدد المجموعات 2 إلى 3.

د) عدد التكرارات في كل مجموعة 3 إلى6.

هـ) الاسترجاع : غير كامل (3 مرات وقت العمل وغير نشط التوقف أو المشي).

ملاحظة :في نهاية كل تكرار يجب ان يشعر الشخص بالعضلة (الميتة) وعدم القدرة على المواصلة.

2- تحسين السعة :

أ) الهدف : زيادة نسبة الغليكوجين ونسبة المواد المخزونة (Tampons).

ب) شدة التمرين : تحت القصوى.

ج) المدة : 1 إلى 3د.

د) المسافة : 400م ،800م.

هـ) عدد المجموعات:1 إلى2.

و) عدد التكرارات

ز) الاسترجاع غير كامل ،مرتين وقت العمل نشط قليلا (مشي).

III) – **تدريب النظام الهوائي**:

1– تحسين القدرة :

أ) الهدف : تحسين التدفق القلبي (Débit cardiaque) والانظمة الانزيمية المؤكسدة.

ب) شدة التمرين :90 إلى 100% من القدرة القصوى الهوائية.

ج) المدة :

نحن نعرف بأنه من أجل تحسين او زيادة $V_{O2}\ max$ ،من الضروري أن يكون عمل أجهزة نقل الدم بطريقة قصوى او تقريبا ،ومن ثمة ابقاء إيقاع عمل مرتفع لكن على مستوى العضلات تكدس حمض اللبن لا يسمح بمواصلة العمل بنفس النسق المرتفع اكثر من 10 إلى20د ،ومن ثمة نقصان الحمولة على مستوى القلب والرئتين ،النتيجة انه من اجل تفادي هذه الحالة الاولوية تكون للتمارين الفترية.

– فترات قصيرة جداً : طريقة Lydiart .

* 10ثا مجهود 10 ثا استرجاع نشط (الجري يسمح بإزالة الحمض).

* 15 ثا مجهود 15 ثا استرجاع نشط.

– الحصة من 10 د إلى 1 ساعة.

– فتري قصير :

– 3 د إلى 7 د عمل – 2 د إلى 5 د راحة نشطة.

– الحصة :3 إلى 10 تكرارات.

فيسيولوجيا الجهد

طريقة Van Akène Zatopek

1 د عمل ، 1 د راحة نشطة ،عدد التكرارات 10 إلى 30 وأكثر.

- فتري طويل :

المدة : "60 إلى 90 ث" مجهود "20 إلى 30 ث" راحة نشطة .

10 إلى 30 تكرارا في الحصة.

طريقةAstrand : 3 د عمل (مجهود) 3د راحة نشطة عدد التكرارات في الحصة 6 إلى 10.

IV) تحسين السعة :(قدرة التحمل الهوائية).

- الهدف : تحسين حجم دفع القلب ،نسبة الغلوكوجين.

- شدة التمرين : 70 إلى 90% من $V_{O2}\ max$.

شكل المجهود : مسافة طويلة 2 إلى 5 كلم 90% من $V_{O2}\ max$.

الوقت : مدة طويلة : 20د إلى 1 ساعة 75 إلى 80%$V_{O2}\ max$.

قدرة التحمل الاساسية :

هنا الرياضي يعمل لمدة طويلة بنسبة مئوية مرتفعة لـ PMA .

مثال : سباق من 1 إلى 3 ساعات في حدود 60 % او 70% من $V_{O2}\ max$بإيقاع منتظم (distance training).

- تسمح بتحسين حجم الدفع القلبي استعمال الدهون (الاحماض الدهنية و glycerol) اقتصاد في الغلوكوجين ،(تستعمل اثناء التسخين) ←مناقشة.

فيسيولوجيا الجهد

تدريب قدرة القوة بالنسبة للطفل والمراهق

1)– السن المدرسي الأول : (من 6 إلى 10 سنوات)

– هنا الطريقة الوحيدة التي يجب استعمالها هي الطريقة الديناميكية يجب البدء بتطوير قدرات القوة المميزة بالسرعة (Force vitesse).

– طريقة التدريب الدائري تكون الأكثر فعالية لهاته السن وتسمح بتطوير عام للعضلات.

– تقدر الحمولة بوقت 20ث ووقت راحة بـ 40ث عدد الورشات يكون بين 5د و7د وبأداء سريع جداً.

– تمثل رياضة الجمباز بأجهزتها المختلفة وسيلة فعالة لتطوير قدرة القوة في هاته السن.

– يجب مراعاة تطوير عضلات البطن والظهر في هاته المرحلة بالذات لان قابلية التدريب فيها تكون جد معتبرة نسبة إلى المراهقين.

2)– السن المدرسي الثاني : من 10 إلى 12 سنة.

تبقى التقوية العضلية في هاته المرحلة عامة بالنسبة لمجموع عضلات الجسم ويكون استعمال وزن الجسم هنا هو الأداة مع استعمال الكرات الطبية ،الاكياس ،الحلقات إلخ ...).

– يبقى التركيز على عضلات البطن والظهر في هاته المرحلة.

– زيادة حركات التقوية التي تسمح بالارتكاز على الاطراف.

– الاهتمام بتقوية قدرة القفز.

3) – مرحلة ما قبل المراهقة و المراهقة – Puberté–

– يبقى الاهتمام هنا بالتدريب العام لقدرة القوة ،و باستعمال التدريب الدائري المكيف حسب هاته المرحلة التي تقترب من البلوغ.

– زيادة تمرينات القفز ،المصارعة ،تمرينات الجمباز ،باستعمال الأجهزة و الادوات المختلفة (الكرات الطبية ،الحبل إلخ...).

فيسيولوجيا الجهد

- يجب أن نمر هنا إلى تطوير قدرات القوة الخاصة بالرياضة الممارسة وباستعمال تقنياتها.

- المراهقة :

تعتبر هاته المرحلة احسن فترة لتطوير قدرة القوة وبصفة فعالة ،ففي هاته السن نلحظ الزيادات المعتبرة في قدرة القوة العضلية.

تأثير التدريب الرياضي

1) على مستوى العظام : أثناء التدريب نلاحظ تغيرات على مستوى مكونات العظم (البروتين العظمي ،الكالسيوم ،الفسفور).

- فالعظم يزداد صلابة.

- إن المقارنة بين شخص يمارس التمرينات البدنية وآخر لا يمارسها تظهر لنا أن الأول تنقص لديه عملية التخلص من $(ca^{++} + \mathrm{P})$عن طريق البول و بالتالي يستطيع تثبيت جيد للكالسيوم في العظم.

2) على مستوى المفاصل:

- زيادة مساحة المفاصل مما يسمح بنقصان الضغط الموضعي.

- زيادة سمك الغضروف التي تنقص قوى الاحتكاك وبالتالي يزيد في مرونة الحركات على مستوى المفاصل.

3) على مستوى مختلف الاربطة:

- يزداد حجم الاربطة (Tendons et ligaments) وتزداد قوة تحملها لحركات الجذب مع زيادة متانة مساحات التصاقها بالعظام .

4) على مستوى العضلات:

- زيادة الكتلة العضلية بزيادة حجم الخلايا العضلية مع ان هناك نظرية تقول بزيادة عددها.

- زيادة القوة العضلية القصوى علما انه كلما ازداد حجم العضلة كانت القوة أكبر.

- زيادة الكتلة العضلية البروتينية ونقصان الدهون المتواجدة بين مختلف الالياف العضلية.

- زيادة حجم الميتوكوندرية وهذا ما يسهل عملية انتاج الطاقة بالنسبة للنظام الهوائي.

- زيادة النشاط الانزيمي بالنسبة للنظامين اللاهوائي اللالبني و اللاهوائي اللبني.

- زيادة نسبة الغلوكوجين العضلي ،و البوتاسيوم و المحلول القاعدي (tampons) الذي يسمح بتأخير الحالة الحمضية وتحملها.

- زيادة عدد الشعيرات الدموية ،وبالتالي يكون التدفق لـ O_2 و الغذاء الجيد.

5) على مستوى الجهاز العصبي:

- يسمح التدريب الرياضي بالتدفق الجيد للسيالة العصبية.

- ينقص من وقت "الانتظار" "temps de latence" للاستجابة لمثير خارجي معين.

- يسمح التدريب الرياضي بإنتاج حركي احسن ،وبالتالي يكون التوافق في الحركات بين العضلات الناهضة و الخصمة جيد.

- زيادة عدد الوحدات الحركية.

- اكتساب اتوماتيزمات جديدة وبفاعلية.

6) على مستوى التغيرات السيكولوجية:

- يسمح التدريب الرياضي بزيادة التحفيز وبالتالي الأداء التلقائي لمجهود أكبر.

- يسمح بمقاومة "stress".

- يسمح بمقاومة الحالات النفسية السلبية قبل المنافسة (كالخوف ،وعدم الثقة بالنفس ،وعدم التركيز).

7) على مستوى القلب و الاوعية الدموية:

- زيادة حجم القلب ووزنه (في حدود معينة).

- نقصان في عدد النبضات القلب اثناء فترة الراحة.

- زيادة حجم الضخ لعضلة القلب.

- زيادة أوعية القلب.

- زيادة حجم الدم وعدد الكريات الحمراء.

- يسمح التدريب الرياضي بزيادة القدرة على نقل الاوكسيجين.

- زيادة القدرة على استخراج الاوكسجين الموجود في الدم.

- زيادة Vo2max وتحسينها.

- تحسين تأقلم الدورة الدموية اثناء المجهود.

- تحسين وقت الاسترجاع.

8) على مستوى الجهاز التنفسي:

- يسمح التدريب الرياضي بزيادة سعة القفص الصدري.

- يسمح بزيادة مساحة التبادلات الهوائية التي تصل إلى ($100m^2$).

- يسمح التدريب الرياضي بأداء عملية تنفس اقتصادية في المجهود ،وينقص تردد عملية التنفس من 8 إلى 10 Insp/min .

- تصبح عملية التنفس أكثر فعالية وتزداد قدرة تحمل عضلات التنفس.

- اختفاء اعراض التنفس الصعب الذي يصيب الشخص الغير رياضي.

نفقات الطاقة

أ) – العمليات الايضية القاعدية :متعلقة بوجود الانسان وحياته اليومية ومختلف أنظمة ووظائفه الجسمية (الهضم ،التنفس ،الدورة الدموية ،التخلص من الفضلات) و tonus musculaire.

اناث1300Kcal/24

ذكور1600Kcal/24

فيسيولوجيا الجهد

ب) العوامل التي تسبب تغير النفقات الطاقوية :

- المجهود العضلي.

- احتياجات ضبط حرارة الجسم.

- هضم بعض أنواع الاغذية(البروتين).

- النمو.

II) الاغذية :

أ- المواد الطاقوية :السكريات ،الدهون ،البروتينات

ب- الماء الاملاح المعدنية:

ج- الفيتامينات

أ-الاغذية :

أ-1- السكريات :أو hydrates de carbone ،مادة اساسية في الغذاء 100 غ من السكر ← $400kcal$.

- ✓ السكريات ذات الهضم السريع (السكر، العسل ،المربى).
- ✓ الغلوكوز الذي يخزن في الجسم على شكل (غلوكوجين) على مستوى العضلة

والكبد $(muscle)$ – $1{,}5$ à $2g/kg$

أ-2- الدهون : توجد في الزيوت ،الزبدة ،الشحوم ،والاجبان $100gr \leftarrow 900kcal$.

بالنسبة لوزن $70kg \leftarrow 9kg$ وللذكور $12kg$للاناث

تسمح الدهون بمقاومة البرد.

أ-3- البروتينات: تتكون البروتينات من مختلف الاحماض الامينية ،وتدخل في تكوين كل مادة حية.

- ✓ مختلف الخلايا ،الانسجة.
- ✓ تكون الغلاف الخارجي للأجسام.

فيسيولوجيا الجهد

- ✓ تكون المواد الملتصقة (اكتين ،ميوزين).
- ✓ تدخل في تكوين العظام.
- ✓ الانزيمات.
- ✓ الهرمونات.
- ✓ الجهاز المناعي للجسم (anticorps).
- ✓ أجهزة التكاثر.
- ✓ الاحتياجات 1gr للكلغ من الوزن في 24سا.
- ✓ توجد البروتينات في (اللحم ،السمك) أو الخضر ،والفواكه الجافة.

القيمة الطاقوية ضعيفة :

100 اللحم من غ ← $160kcal$

أ-3- نسب المواد الطاقوية :

- ✓ 55% سكريات (اكثر من هذا يؤدي إلى عسر الهضم و زيادة في الوزن).
- ✓ الدهون 30% – $rapport \geq \frac{2}{5} \frac{\text{دهون نباتية}}{\text{دهون حيوانية}}$
- ✓ البروتين 15%.

اساليب التدريب

هناك نوعان من التمارين : التمارين المستمرة التمارين المتقطعة

التمارين المستمرة هي التمارين التي يفوق وقتها 20د علما ان هذا النوع من التمارين لا يستطيع تأديته في حدود الاستهلاك الأقصى للأكسجين ،الطاقة مصدرها هوائي بحت تقريبا.

فيسيولوجيا الجهد

إذا تأدية مثل هذا النوع من التمارين متعلق بـ $V_{O2}\ max$ وتقسيم هذا $V_{O2}\ max$ اطول فترة ممكنة ،مع العلم أن شدة التمرين تزيد وتنقص هنا يظهر لنا نوعان

- التمارين المستمرة.

- التمارين المتقطعة.

أ) – التمارين المستمرة ذات الشدة المتغيرة:

هي الطرق في الطبيعة ذات التضاريس المختلفة صعودا ونزولا وطرق مستقيمةfooting .

"le Fartlek "هذا النوع من التمارين يعتمد على التضاريس في مدة 1 سا أو2 سا.

"le tempo training" :تناوب فترات من 15 إلى 25 د (جري او ski de fond) في نمط المنافسة وفترات أقل شدة يستعمل هذا النوع قبل وأثناء فترة المنافسة.

ت) – التمارين المستمرة ذات الشدة الثابتة : تسمى أيضا " distance training" حصص من 1 الي 4 س في إيقاع ثابت استعمال نسبة مهمة من $V_{O2}\ max$ اثناء وقت طويل (استعمال الدهون الاحماض الدهنية).

– التمارين المتقطعة Exercises Intermittents

هذه التمارين تكون متقطعة بأوقات راحة وتسمح بأداء في شدة عالية ،وأقل رتابة ،تتكون اساسا من "التدريب الفتري"

– $Fox\ etMalhews(1977)$:

– Reindellet Genscher : 100م إلى 400م ، في وقت من 16 ث إلى 1د و10ث ،مقطعة بأوقات راحة مشي أو جري بطيء دون 1د 30ث.

– Zatopek :400م في 1د 20ث ووقت راحة مسافة 200م جري بطيء.

– التدريب المتقطع: Fractionné

هنا تتابع اوقات عمل واوقات المنافسة وقت العمل هنا يكون جزء من مسافة أو وقت المنافسة مثال: سباق 800م

←في 1د 56ث،او 400م ← في 58ث ،او 200م في 29ث.

اوقات الراحة يجب ان تسمح باسترجاع كامل.

العمل الدائري او الورشات Cavour training

Fréquence cardiaque de réserve

نبض القلب المخزون او الاحتياطي

FC : d'entrainement est calculée selon karvonenen se basent sur la fc de réserve (المخزون)

(الاحتياطي) qui est :

FC_{CR}: $F_C(Max) - F_C(Repos)$.

Selon Astrand$F_C(Max)(théoriaue)$=220−âge $+/-10$ pulsationsmales

=226- âge $+/-10$ pulsations femelles

هذه القيمة متوسطة لان هناك من هم في الأربعين ويستطيعون الوصول الى 200ن/د وشباب لا يستطيعون ذالك.

- ✓ معادلة Astrandلا تؤخذ بعين الاعتبار.
- ✓ Fc الراحة تؤخذ بعد فترة استرخاء لدقائق لا صباحا عند الاستيقاظ.
- ✓ ف fc de réserve هي التي يجب ان تؤخذ بعين الاعتبار من اجل التعبير عن شدة ما.
- ✓ مثال: القيام بحصة في حدود 80% من الحد الأقصى.
- ✓ الخطا يكون بحساب 80%من الحد الأقصى.
- ✓ رياضي بنبض اقصى 195ن/د fcmax (80% من 195=156) الاصح يكون كالاتي.
- ✓ قياس fc max مثال=195.
- ✓ قياس fc de repos مثال=55.

- ✓ Fc de réserve=195-55=140
- ✓ نضرب في النسبة المئوية للحد الاقصى140×80%=112
- ✓ زيادة نبض القلب اثناء الراحة fc de repos=112+55=167 اذا هذا هو نبض القلب للتدريب .
- ✓ فالقيمة هي 167 عوض 156 والفرق هو 11ن/د وهذا فرق كبير.
- ✓ المراجع

1. Emmanuel Van Pragh Physiologie du sport enfant et adolescent.Deboeck,2007

2. Jean Michel Palau-Sciences biologiques de l'enseignant sportif. Paris:DOIN.1985.

3. -Jürgen Weineck- Manuel de l'entrainement. Paris : Vigot.1997.

4. -Véronique Billat-Physilogie et méthodologie de l'entrainement de la théorie à la pratique. De Boek univer.1998.

5. Peter V Karpovich.Physiologie de l'activité musculaire.Paris:Vigot.1985.

6. A.Brikci .physiologie appliquée aux activités physiques.

7. د.ابو العلاء عبد الفتاح.فسيولوجيا التربية و الرياضة.دار الفكر العربي .1424هـ.