

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





► مفاهیم اساسی در آمادگی بی هوازی
► متابولیسم لاکتات و فعالیت ورزشی

روح الله حق شناس

استادیار فیزیولوژی ورزش دانشگاه سمنان

بهار ۹۹

مفاهیم اساسی در آمادگی بی هوازی

▶ ظرفیت بی هوازی:

▶ کل مقدار انرژی است که عضلات می توانند آن را بدون مصرف اکسیژن تأمین کنند.

▶ توان بی هوازی:

▶ حداکثر مقدار انرژی است که بدن می تواند آن را در مدت زمان معین بدون مصرف اکسیژن تأمین کند.

▶ آستانه بی هوازی:

▶ نقطه ای که در آن بر اثر افزایش شدت فعالیت دستگاههای بی هوازی جایگزین دستگاه هوازی می شود. آستانه بی هوازی در افراد غیر ورزشکار بین ۵۰ تا ۶۰ درصد VO_{2max} و در افراد ورزشکار بین ۷۰ تا ۸۵ درصد VO_{2max} اتفاق می افتد.

مفاهیم اساسی در آمادگی بی هوازی

▶ آستانه لاکتات:

▶ شدتی از فعالیت بدنی که در آن لاکتات شروع به تجمع فراتر از سطوح استراحتی می کند.

▶ توان بی هوازی اوج:

▶ حداکثر انرژی بی هوازی تولیدی در یک بازه زمانی کوتاه است.

▶ این مفهوم برای آزمون هایی به کار می رود که منبع انرژی غالب ATP/PCr است.

▶ توان بی هوازی میانگین:

▶ حداکثر انرژی بی هوازی تولیدی در یک بازه زمانی بلند است.

▶ این مفهوم برای آزمون هایی به کار می رود که منبع انرژی غالب متابولیسم بی هوازی

کربوهیدرات است.

آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه

<http://www.topendsports.com/videos/tag/wingate> ▶

- ▶ **هدف:** ارزیابی توان بی هوازی اوج، میانگین و شاخص خستگی
- ▶ **توان اوج:** بالاترین توان در بازه زمانی ۳ تا ۵ ثانیه - توان بی هوازی
- ▶ **توان میانگین:** میانگین توان در ۳۰ ثانیه - ظرفیت بی هوازی
- ▶ **توان حداقل:** پایین ترین توان در بازه زمانی ۳ تا ۵ ثانیه
- ▶ $100 \times \text{توان اوج} / (\text{توان حداقل} - \text{توان اوج}) = \text{شاخص خستگی}$

آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه

<http://www.topendsports.com/videos/tag/wingate> ▶

- ▶ **Power Output (kpm•min⁻¹) = [revs x resistance (kg) x dist (m) x 60 (sec)] / time (sec)**
- ▶ **Watts = kpm•min⁻¹ / 6.123**
- ▶ **Watts/kg = Watts / body weight (kg)**
- ▶ **Fatigue Index = [(Peak Power Output - Min Power Output) / Peak Power Output] x 100**

آزمون های بی هوازی

- ▶ آزمون پرش عمودی سارجنت:
- ▶ هدف: ارزیابی توان بی هوازی اوج
- ▶ (m) میزان پرش عمودی $\sqrt{(kg) \times \text{وزن بدن} \times ۲۱.۶۷} = (w)$ توان

آزمون های بی هوازی

- ▶ آزمون بالا رفتن از پله:
- ▶ هدف: ارزیابی توان بی هوازی اوج
- ▶ (s) زمان / $۹.۸ \times (m)$ میزان فاصله عمودی $\times (kg)$ توده بدن = (w) توان

آزمون های بی هوازی

▶ آزمون بی هوازی دو سرعت : (RAST)

▶ هدف: ارزیابی توان بی هوازی اوج، میانگین و شاخص خستگی

▶ شرح: بازیکن مسافت ۳۵ متر را به تعداد ۶ بار با ۱۰ ثانیه استراحت بین تکرارها اجرا میشود سپس با توجه به زمان بدست آمده از هر ۳۵ مترتوان هر تکرار با توجه به فرمول زیر بدست می آید.

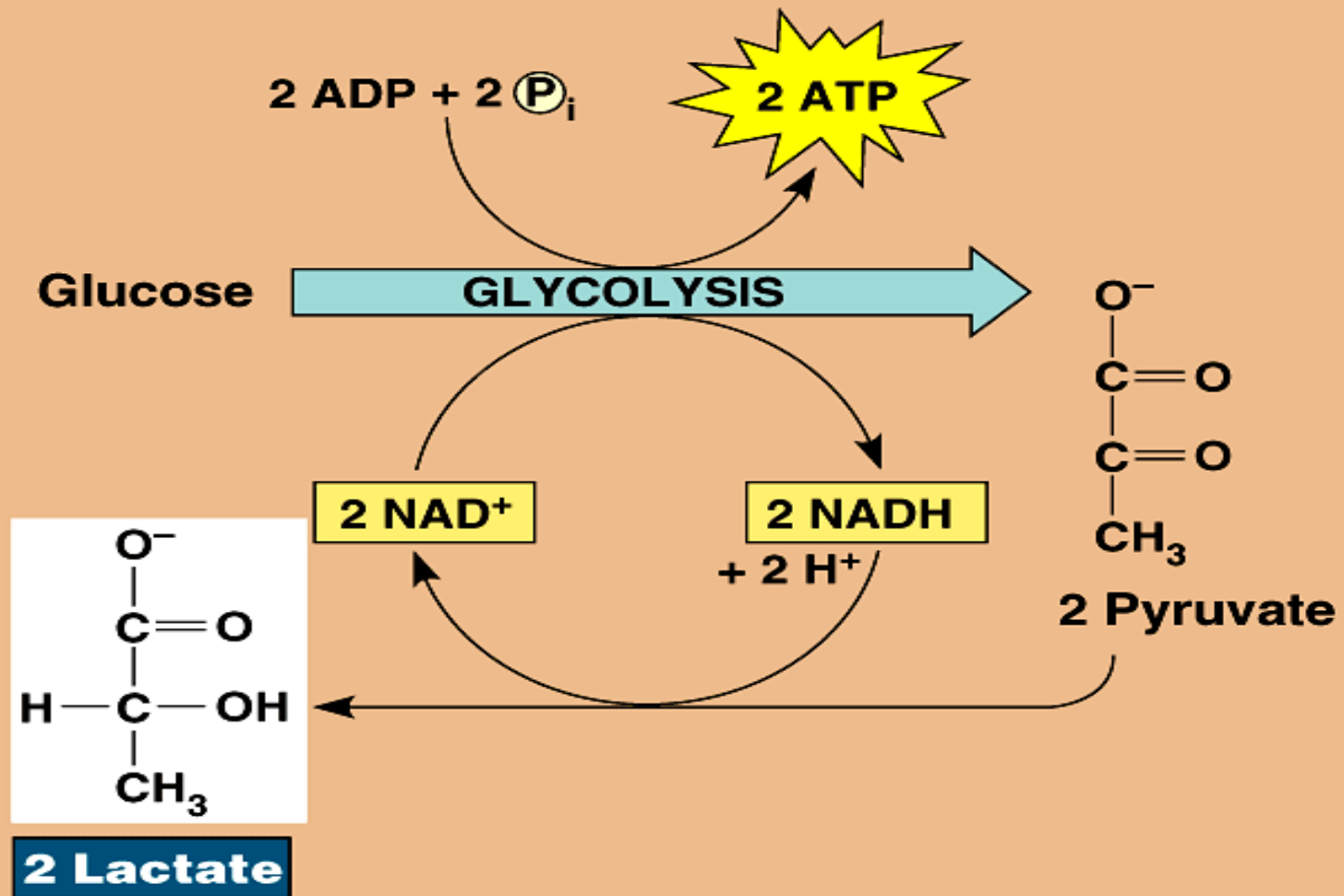
- ▶ $\text{مسافت} \times \text{مسافت} \times \text{وزن} \div \text{زمان} \times \text{زمان} = \text{توان}$
- ▶ توان بیشینه، توان حداقل، توان متوسط و شاخص خستگی مشخص میشود:
- ▶ حداکثر توان بین ۶ تکرار = توان بیشینه
- ▶ حداقل توان بین ۶ تکرار = توان حداقل
- ▶ مجموع توان ۶ تکرار تقسیم بر ۶ = توان متوسط
- ▶ توان حداقل _ توان بیشینه تقسیم بر مجموع زمان ۶ مرحله دویدن = شاخص خستگی

آزمون های بی هوازی

- ▶ آزمون توان بی هوازی مارگاریا کالامن
- ▶ هدف ارزیابی توان بی هوازی پاها است
- ▶ وسایل: پلکان ۹ پله ای – زمان سنج
- ▶ شرح: ورزشکار در فاصله ۶ متری از پله پائین قرار می گیرد و با سرعت ۳ پله در میان بالا می رود. با قدم گذاشتن روی پله ۳ کورنومتر زده می شود و با قدم گذاشتن روی پله ۹ کورنومتر متوقف می شود.
- ▶ وزن * ۱.۰۵ تقسیم بر زمان = توان

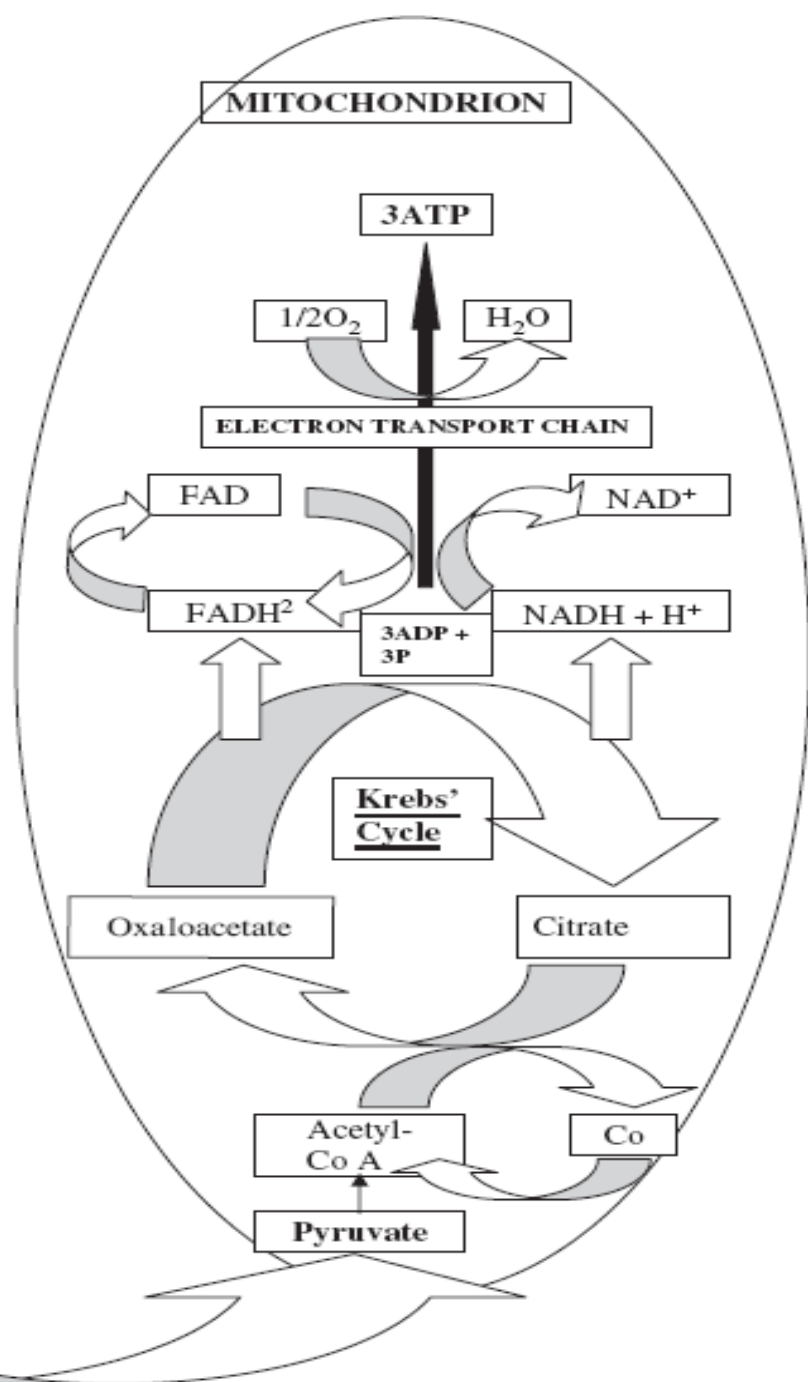
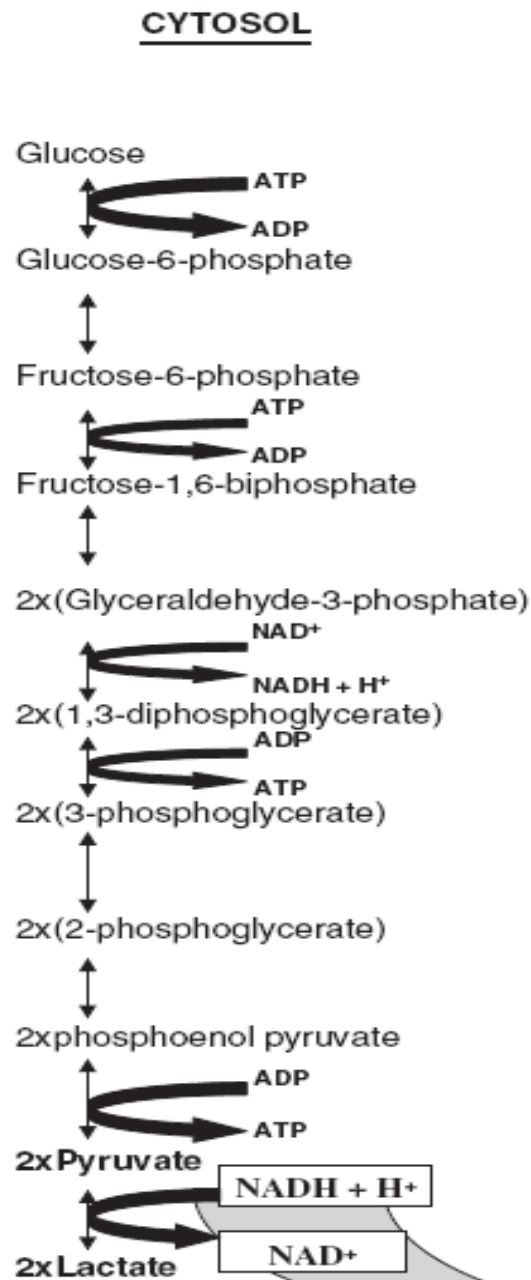
لاکتات

- ▶ ماده لاکتات توسط **Berzelius** در سال ۱۸۰۷ شرح و توصیف شد. در سال بعد او حضور لاکتات در عضلات را نشان داد و اولین مدرک ارتباط بین لاکتات، استرس و فعالیت ورزشی را ارائه داد.
- ▶ کلید درک فیزیولوژیکی لاکتات در گلیکولیز و محصولات نهایش یعنی پیرووات و لاکتات است.
- ▶ پس از فرایند گلیکولیز پیرووات اضافه توسط آنزیم لاکتات دهیدروژناز به لاکتات تبدیل می شود این فرایند به طور قابل توجهی اسید را مصرف می کند.
- ▶ تولید پیرووات از گلوکز باعث تولید اسید می شود در حالی که تولید لاکتات از گلوکز این گونه نیست.
- ▶ $\text{Glucose} + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} + 2\text{NAD} \rightarrow 2[\text{pyruvate} + \text{ATP} + \text{NADH} + \text{H}^+]$
- ▶ $\text{Glucose} + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} + 2\text{NAD} \rightarrow 2[\text{lactate} + \text{ATP} + \text{NAD}^+]$



(b) Lactic acid fermentation

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



تبدیل پیرووات به لاکتات در یکی از شرایط زیر اتفاق می افتد:

در غیاب میتوکندری (اریتروسیت ها)
کاهش اکسیژن در دسترس
افزایش سریع در میزان متابولیک
زمانی که متابولیسم گلوکز فراتر از ظرفیت اکسیداتیو میتوکندری باشد

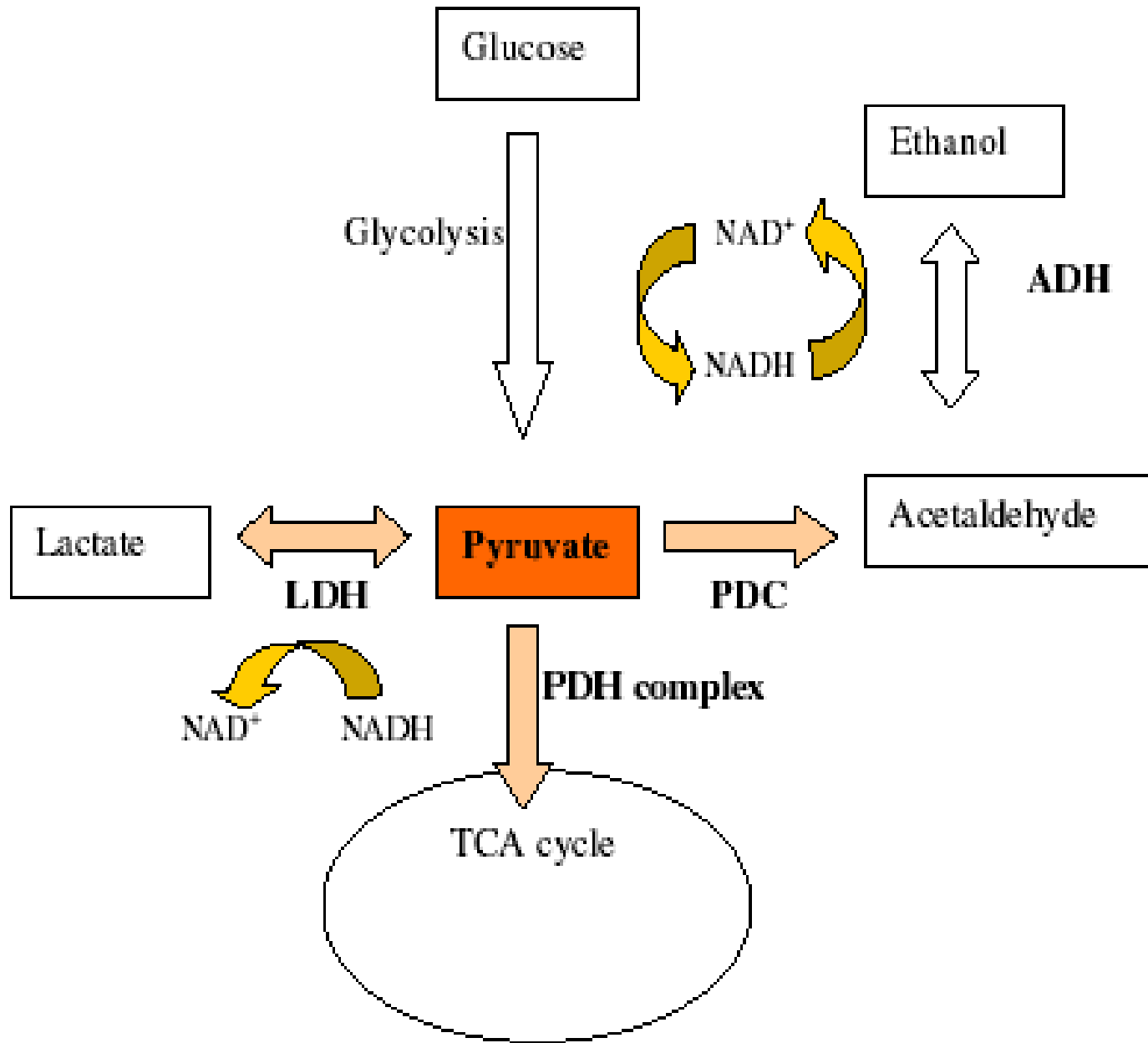
در ادامه فرآیند، اولین مرحله در متابولیسم لاکتات تبدیل مجدد آن به پیرووات است.

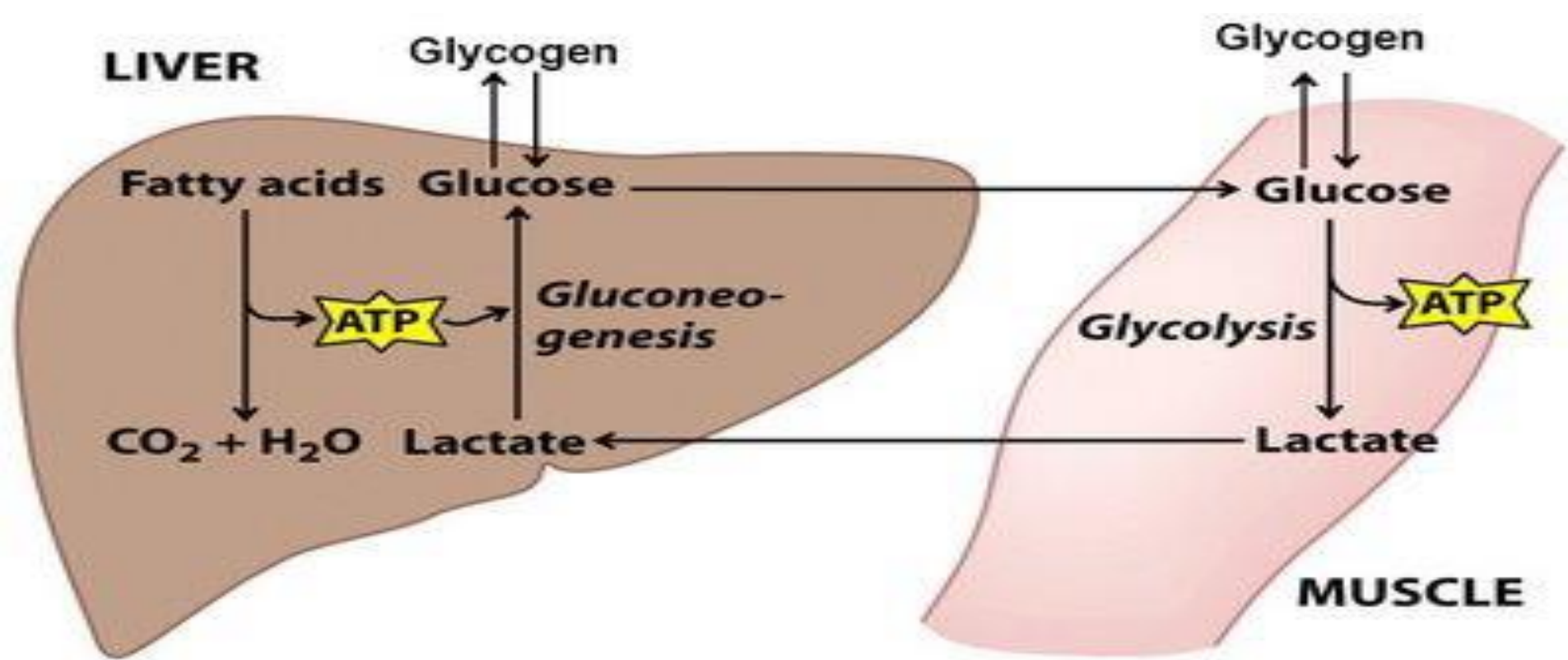
- میتوکندری - حضور در چرخه کربس و تولید انرژی

پیرووات ← شرکت در فرآیند گلوکونئوژنز

← تبدیل به آلانین

مسیر اول در هر بافتی که میتوکندری دارد اتفاق می افتد، اما دو مسیر دیگر تنها در بافت های که آنزیم مناسب دارند مانند کبد و کلیه اتفاق می افتد.



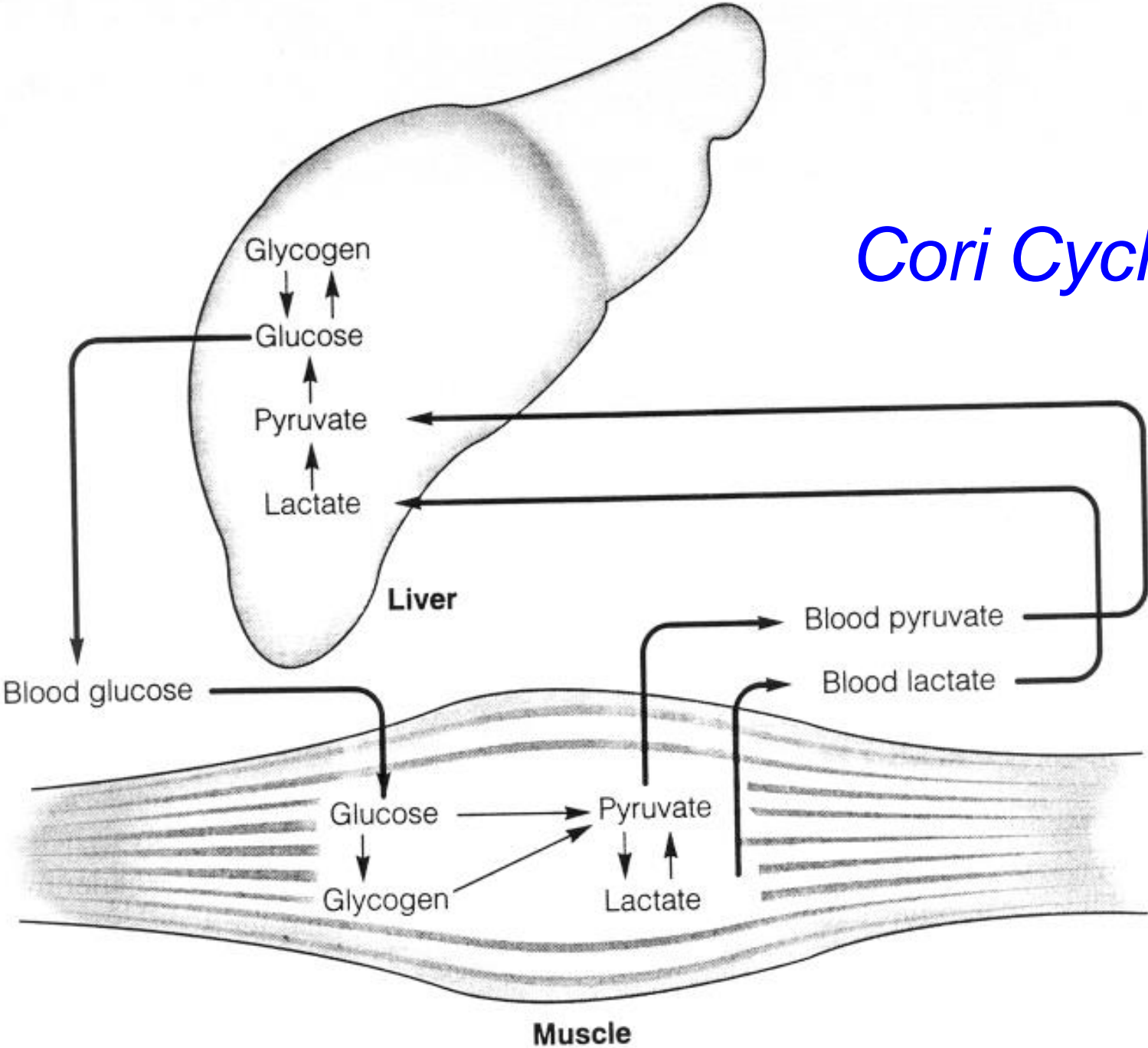


Principles of Biochemistry, 4/e
© 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

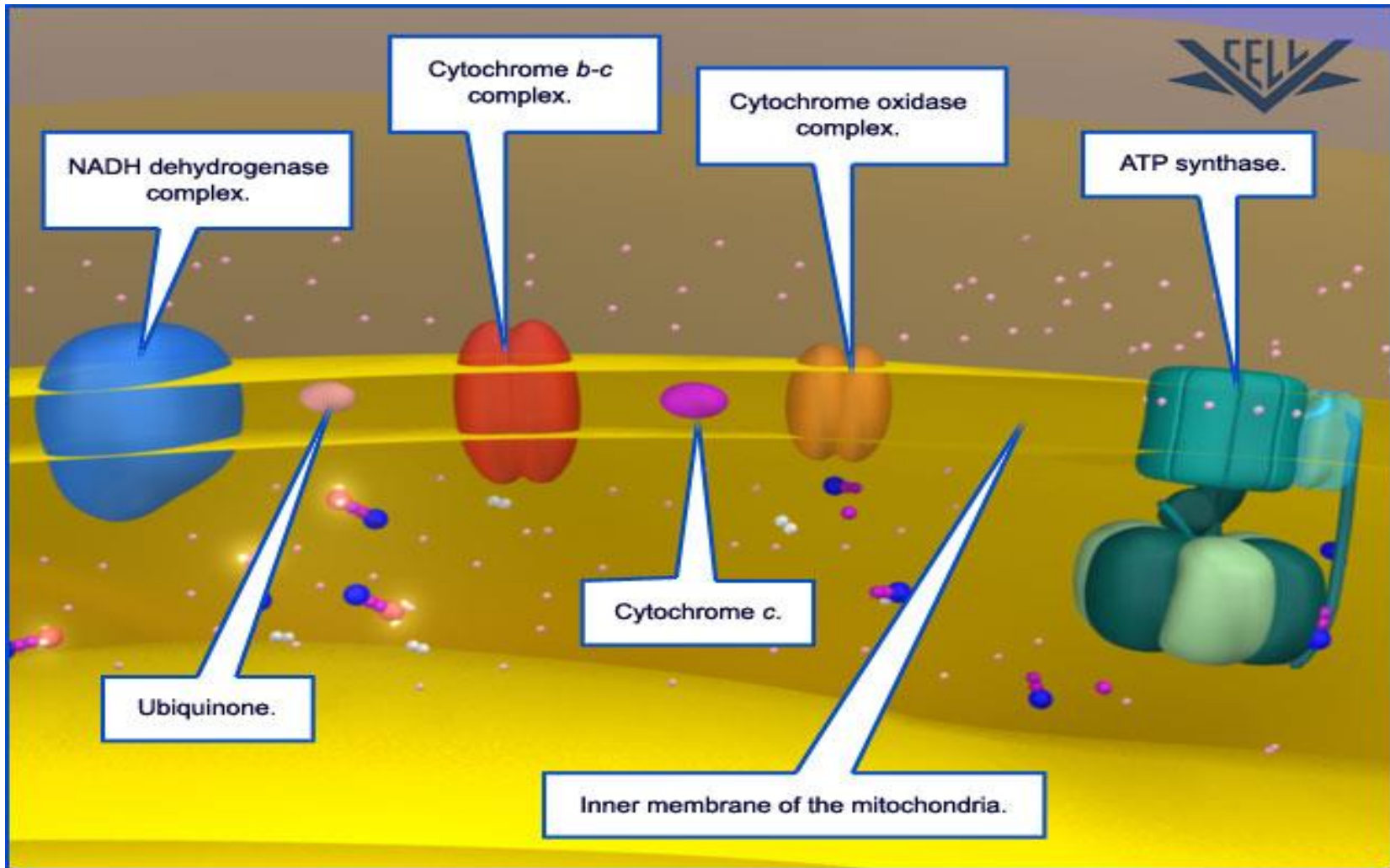
- در فرآیند گلوکونئوژنز کبد دو ملکول اسید لاکتیک را با اضافه کردن انرژی به گلوکز تبدیل می کند:



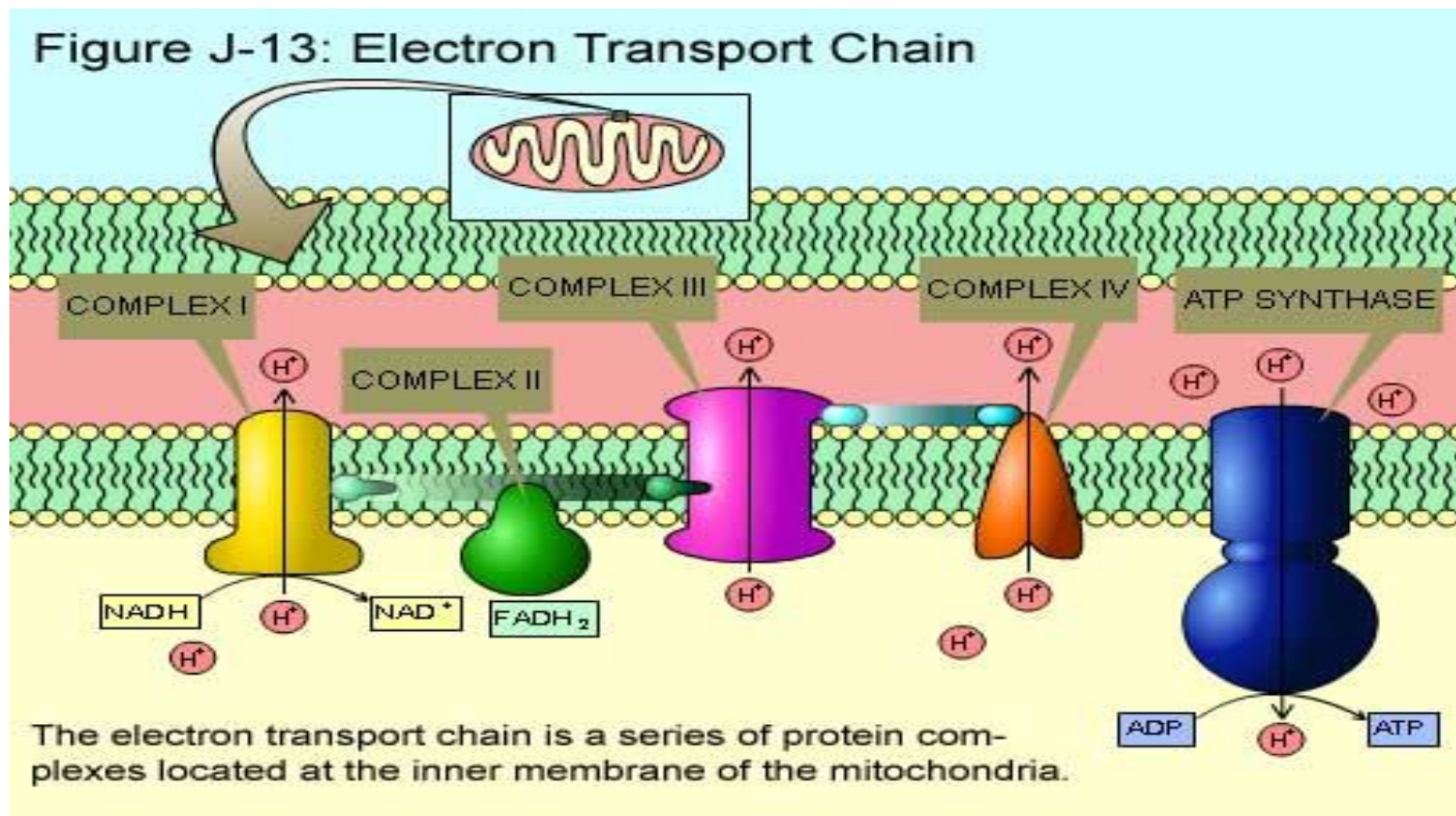
Cori Cycle

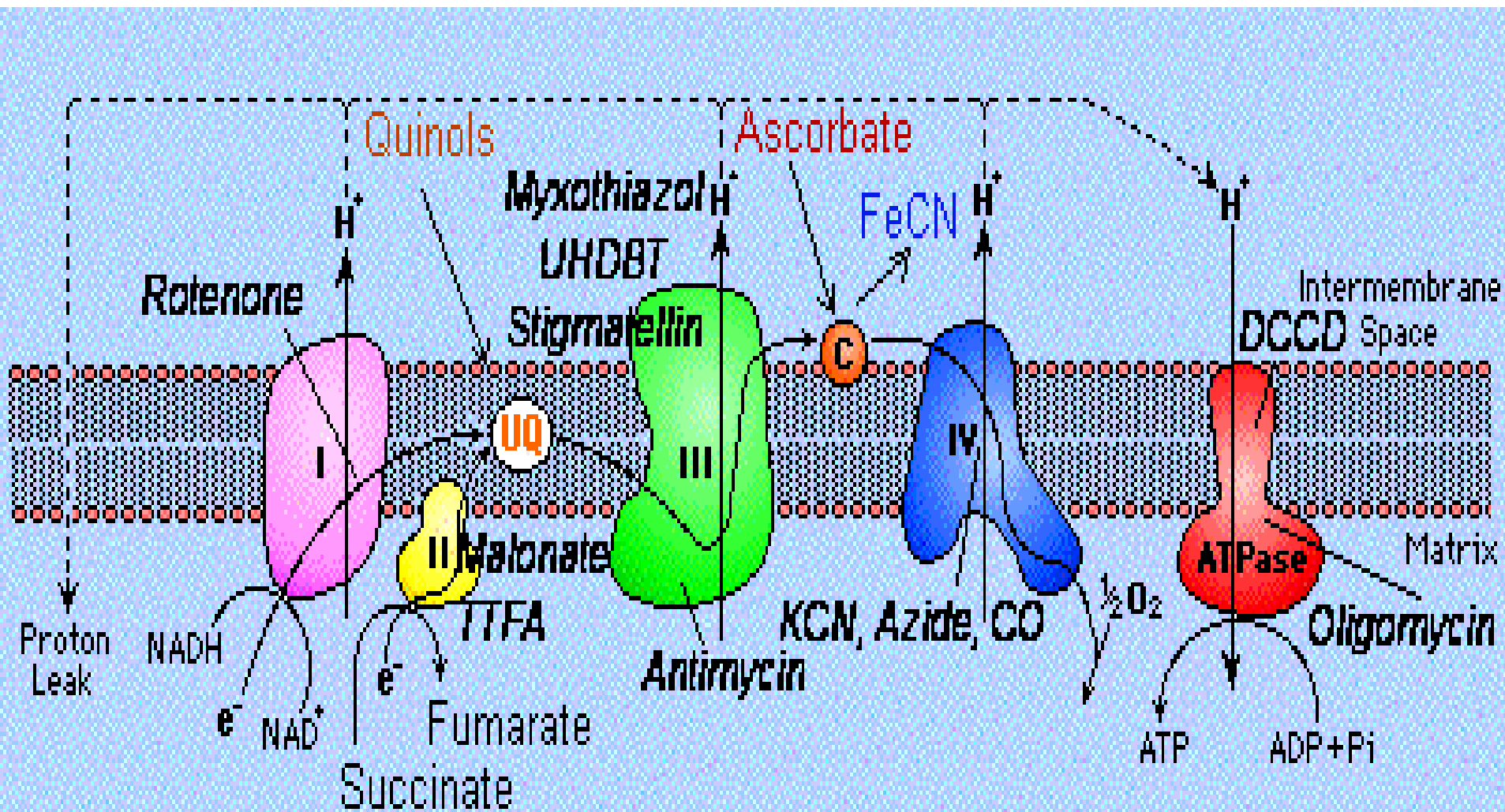


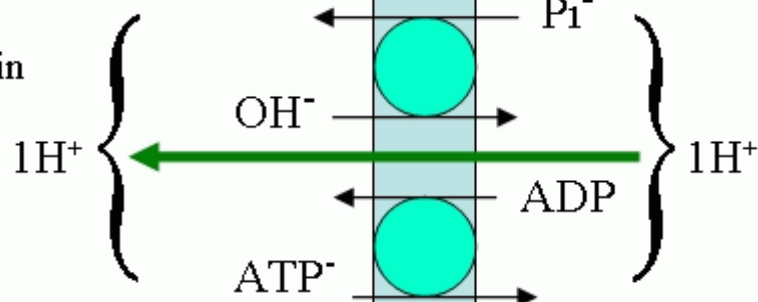
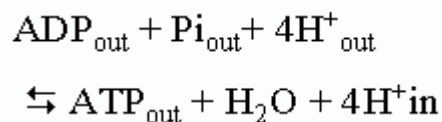
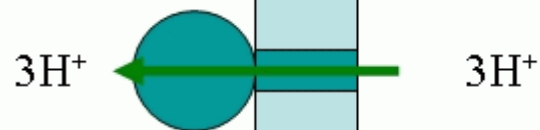
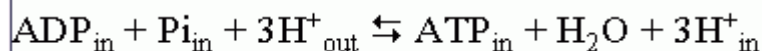
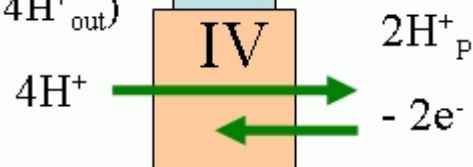
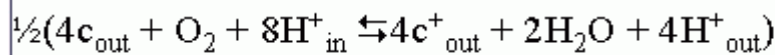
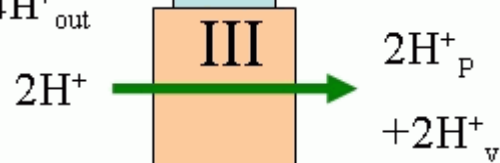
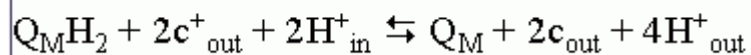
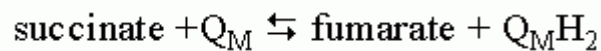
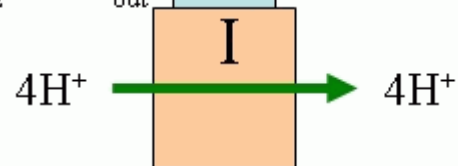
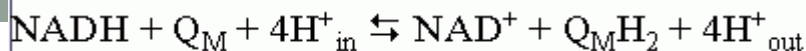
میتو کندی

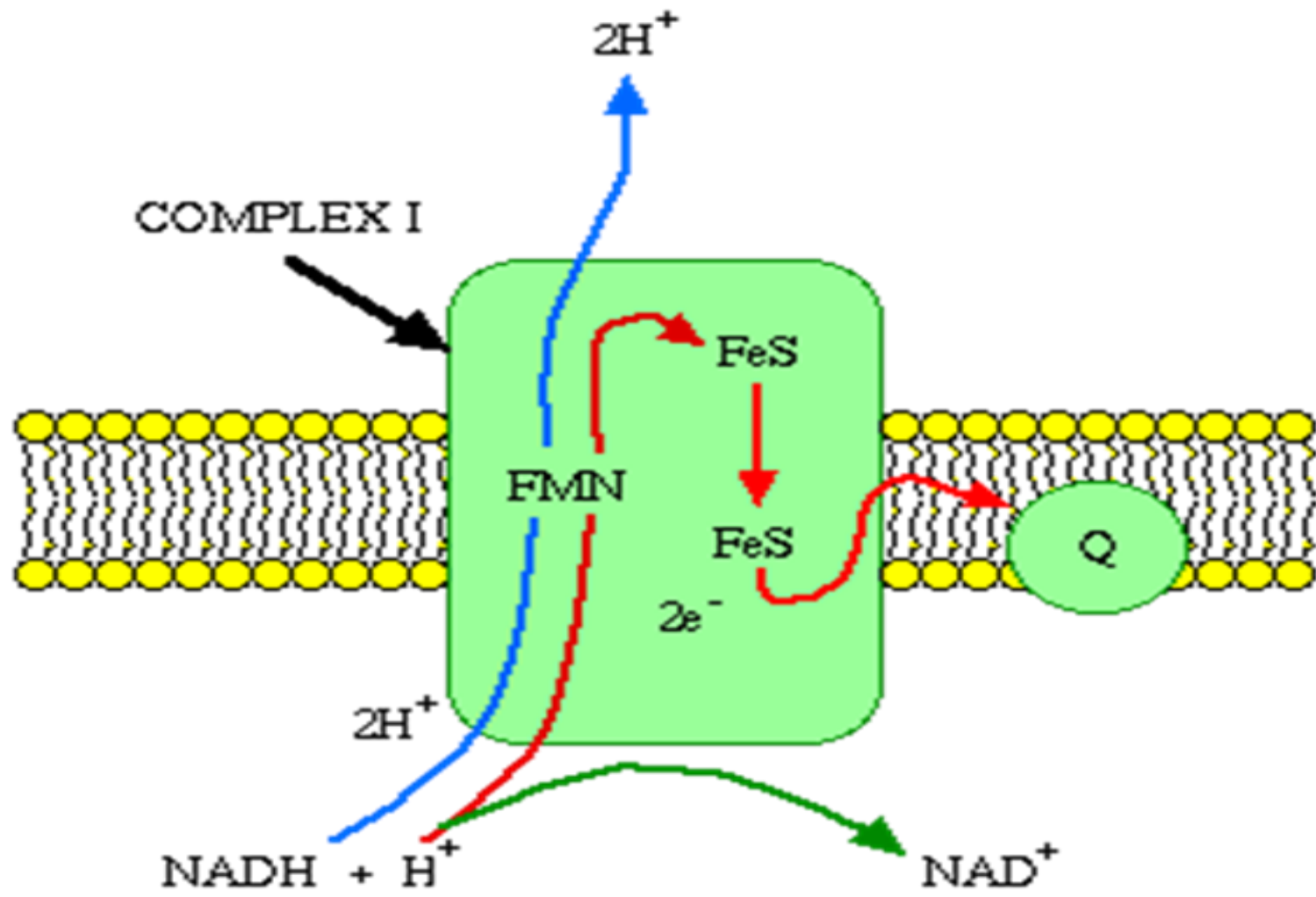


نمودار زنجیره انتقال الکترونی در فضای بین غشایی میتوکندری

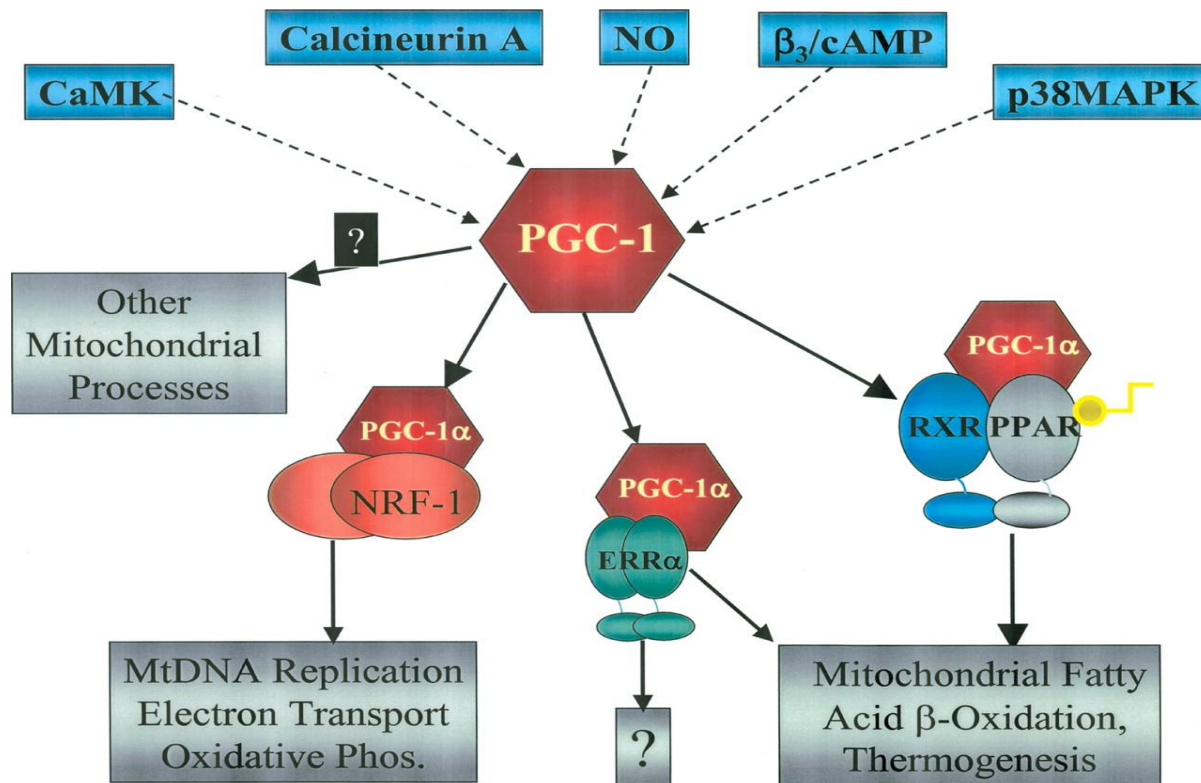






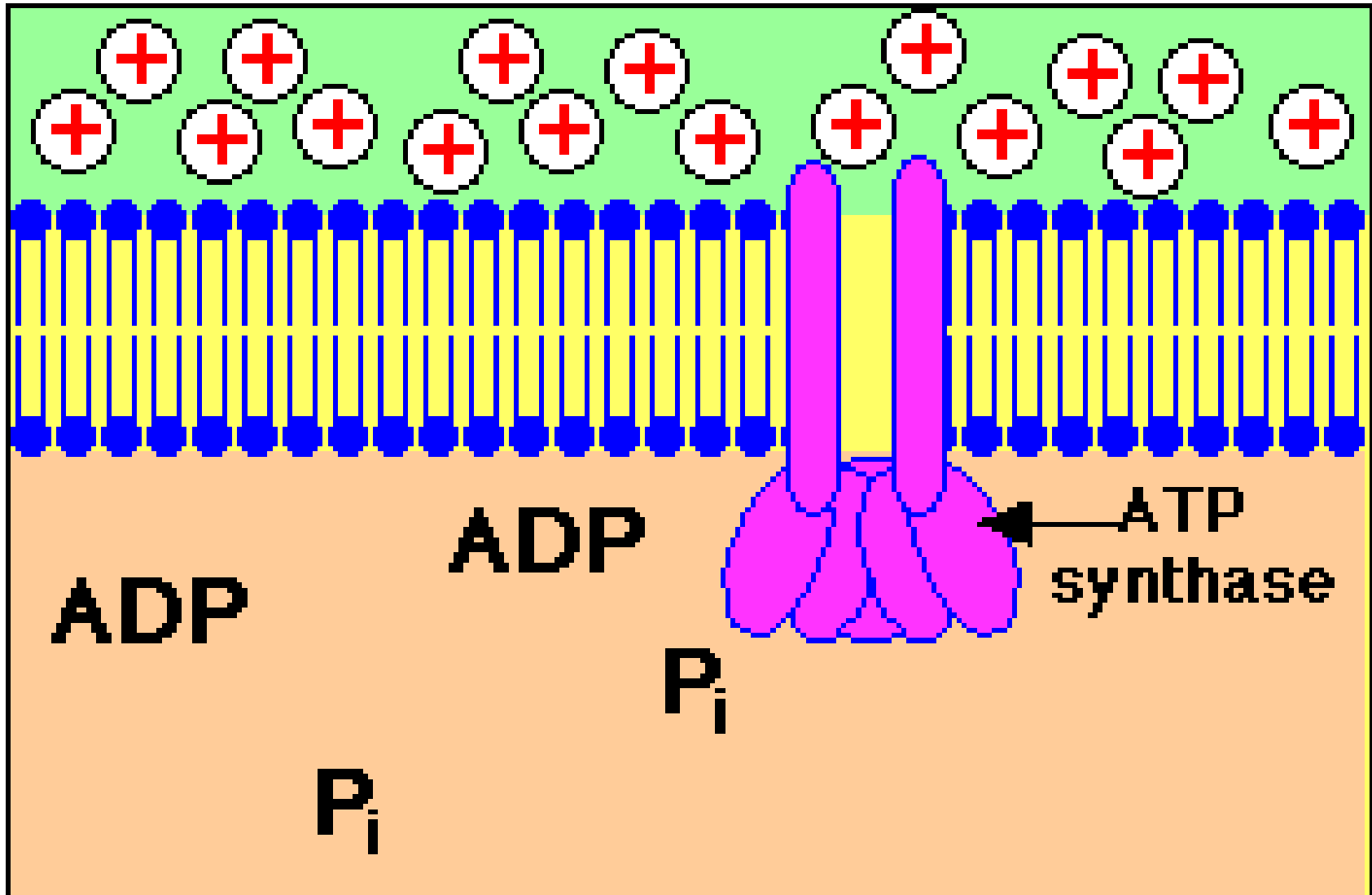


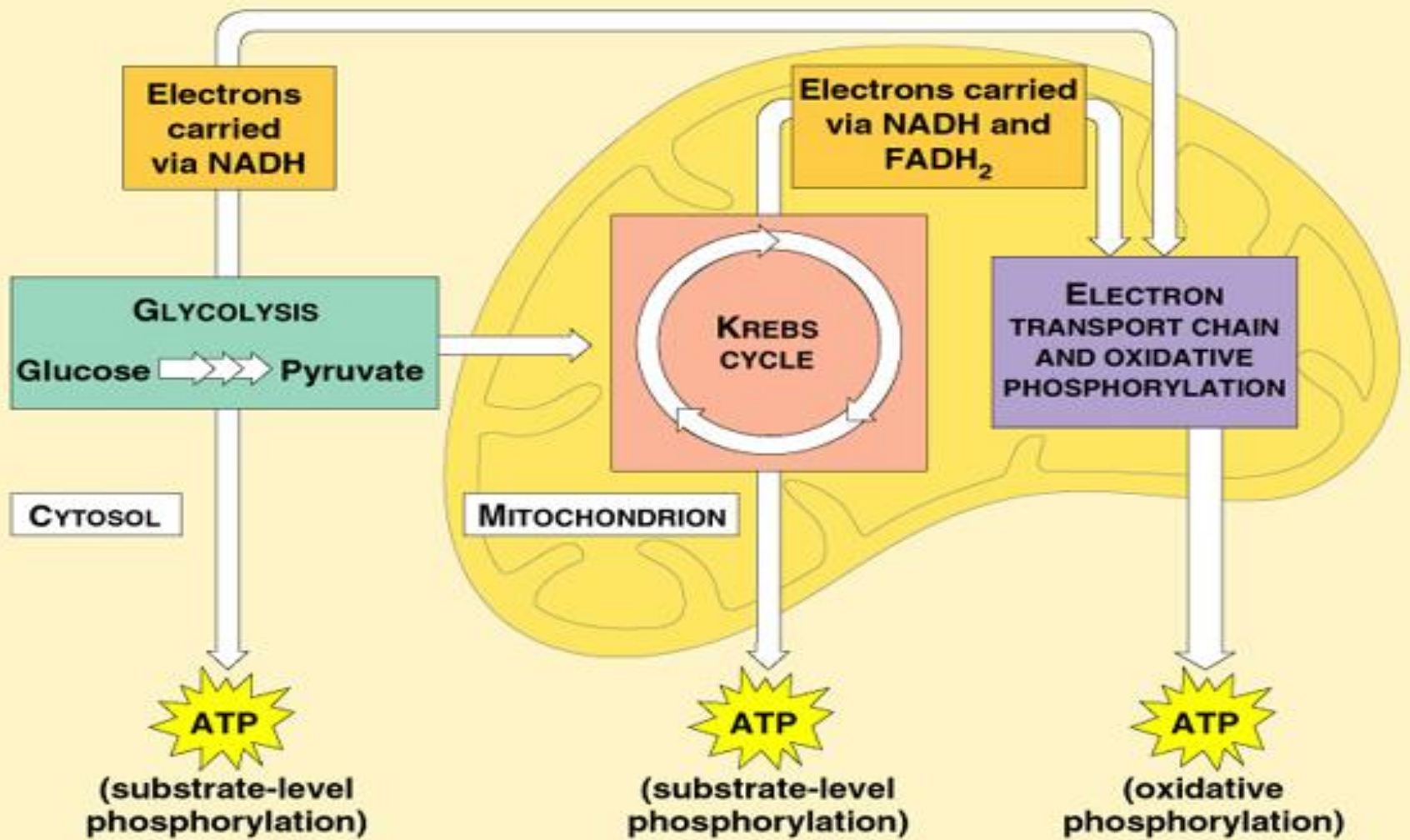
PGC-1 serves a central integrative role in the transcriptional regulatory cascade upstream of the mitochondrial biogenic response



Kelly D P, Scarpulla R C *Genes Dev.* 2004;18:357-368

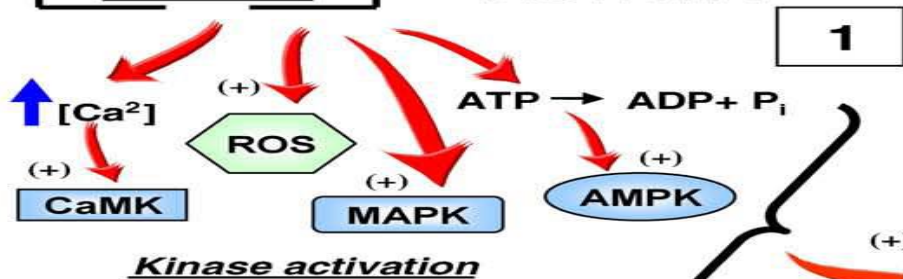




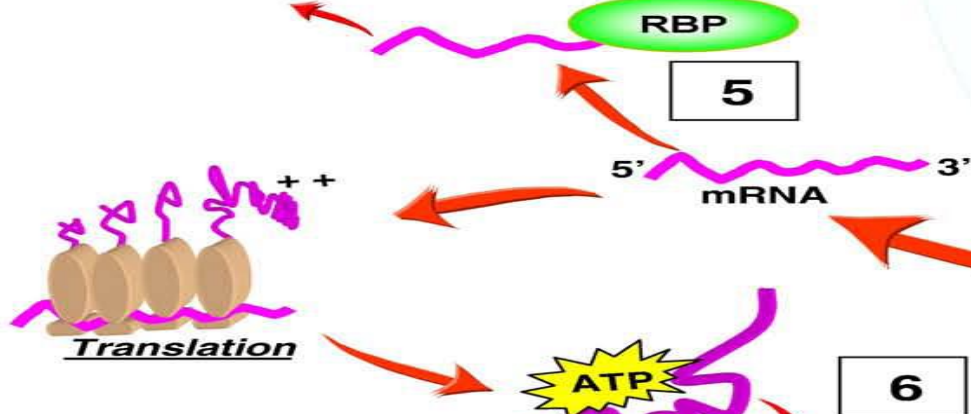




CONTRACTILE ACTIVITY



mRNA stability



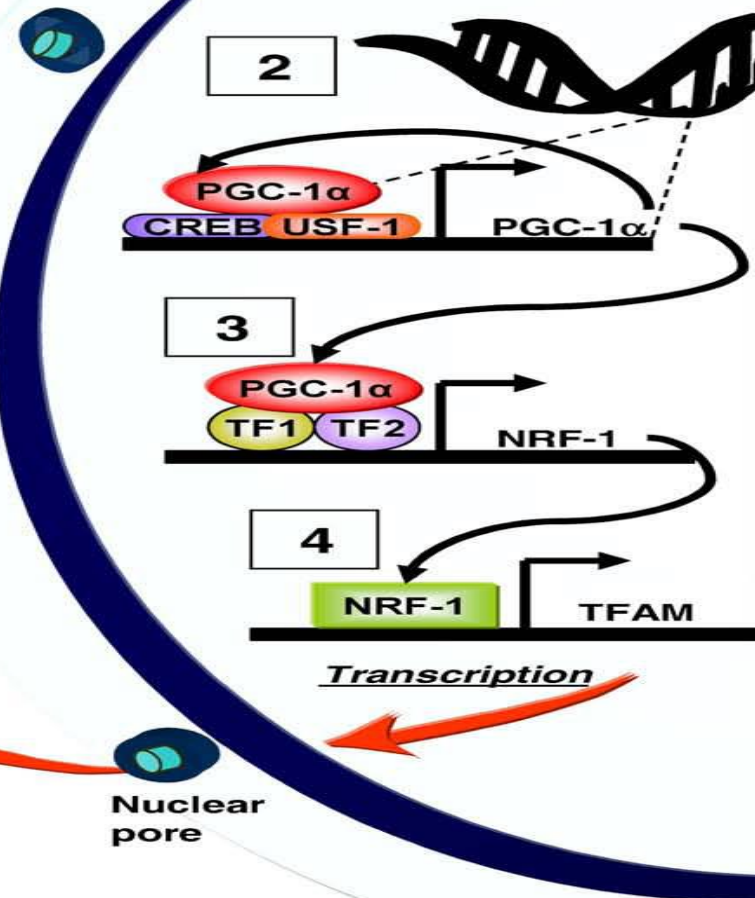
Translation

Import

Processing

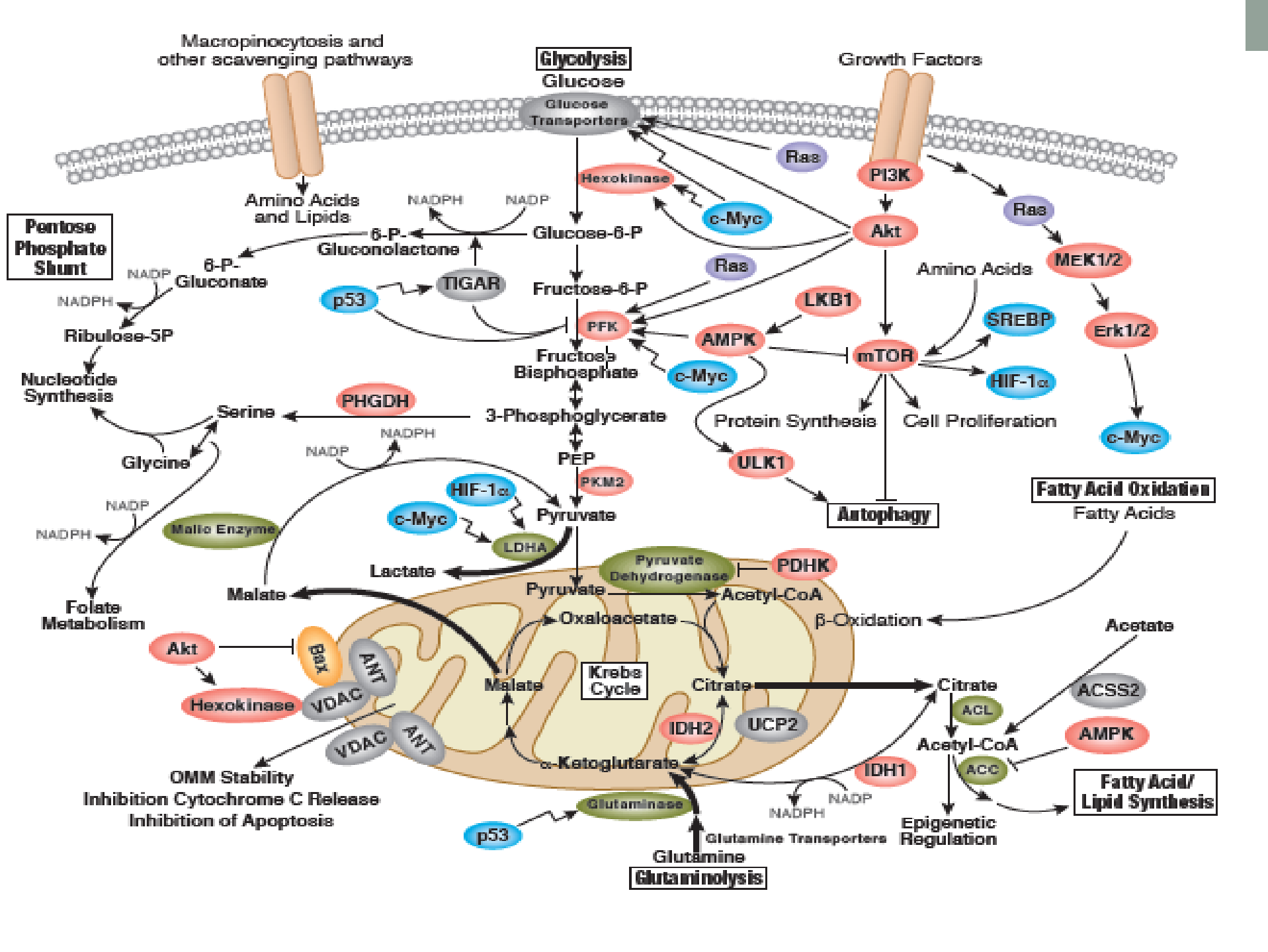
Mature Tfam

NUCLEUS



MITOCHONDRION

Krebs Cycle

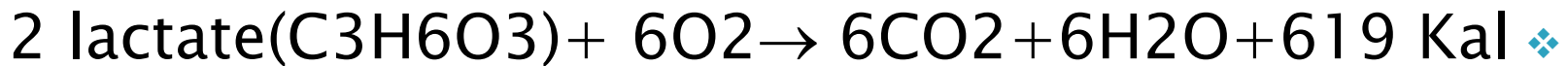


افسانه و حقیقت

❖ اسید لاکتیک یک شهرت بدی دارد. افراد زیادی آن را مسئول خستگی، کوفتگی عضلانی و کرامپ می دانند. این افراد اسید لاکتیک را به عنوان یک محصول زائد می دانند که باید به هر قیمتی از تولید آن جلوگیری شود.

❖ اما این محصول سوخت تعداد زیادی از بافت ها را فراهم می آورد، به کربوهیدراتهای رژیم غذایی جهت استفاده شدن کمک می کند و به عنوان سوخت برای تولید گلیکوژن و گلوکز در کبد خدمت می کند در حقیقت اسید لاکتیک یک راه طبیعی برای کمک کردن به شما در موقعیت های استرس زا است.

❖ اگر ما اسید لاکتیک را در یک بمب کالری متر بسوزانیم:



❖ توجه کنید که تنها تفاوت جزئی نسبت به سوزاندن گلوکز دارد (۶۸۶ کالری).

اطلاعاتی در مورد اسید لاکتیک

- ✓ اسید لاکتیک دلیل گوفتگی و کرامپ عضلانی نیست.
- ✓ بدن از این ماده به عنوان یک واسطه بیوشیمیایی برای متابولیسم کربوهیدراتها استفاده می کند.
- ✓ اسید لاکتیک ← خون ← کبد ← تبدیل به گلیکوژن (Glucose Paradox)
- ✓ اسید لاکتیک سوخت سریعی است که می تواند توسط ورزشکاران پیشرفته در طول فعالیت مصرف شود.
- ✓ لاکتات به عنوان بخشی از نوشیدنی جایگزین، سوخت فوری فراهم آورد که می تواند به تهیه انرژی در طول فعالیتهای شدید کمک کند.

✓ برنامه تمرینی صحیح می تواند برداشت اسید لاکتیک از عضلات شما را تسریع کند.

✓ **تمرینات اینتروال** با شدت بالا باعث سازگاری سیستم قلبی عروقی می شوند، که این سازگاری باعث افزایش تحویل O₂ به عضلات و بافت ها می شود. متعاقباً شما احتیاج کمتری به شکسته شدن اسید لاکتیک دارید. همچنین گردش خون بهتر به افزایش انتقال اسید لاکتیک به بافت های که می توانند آن را به عنوان سوخت بردارند می شود.

✓ **تمرینات استقامتی** باعث سازگاری عضلانی شده و میزان برداشت لاکتات افزایش می یابد. این تمرینات ظرفیت میتوکندریایی را نیز افزایش می دهند. توسعه این ظرفیت باعث افزایش استفاده از اسیدهای چرب به عنوان سوخت می شود و تشکیل لاکتات را کم می کند.

ورزشکاران به هر دو نوع تمرینات شدید و تداومی برای بهبود ظرفیت استفاده از اسید لاکتیک به عنوان سوخت در طول فعالیت و ریکاوری نیاز دارند.



کنترل متابولیسم اسید لاکتیک هنگام فعالیت ورزشی

مقدار لاکتات خون در هر زمان به میزان تولید و میزان دفع لاکتات خون وابسته است. در مورد کنترل تولید اسید لاکتیک و دفع آن هنگام فعالیت اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد. کاتس و ساهلین (۱۹۹۰):

اظهار کردند که افزایش لاکتات ریشه در ناتوانی شاتل NADH بین مالات و اسپاراتات سیتوزولی عضله دارد.

- $\uparrow \text{NADH}$ ← ← تحریک LDH ← \uparrow لاکتات تولیدی

- کمبود O_2 ← $\uparrow \text{ADP} + \text{Pi} + \text{NADH}$ ← ← تحریک گلیکولیز ← \uparrow لاکتات

سرانجام نشان دادند که میزان لاکتات تولیدی علاوه بر کمبود اکسیژن که نقش شایان توجهی دارد تحریک گلیکولیز، LDH و تنفس میتوکندریایی نیز از عوامل تاثیر گذارند. استین بای و بروک (۱۹۹۰):

آنها بیان کردند که علاوه بر کمبود O_2 ، تحریک بتا آدرنرژیک عضله اسکلتی، که میزان گلیکولیز را تسریع می کند از عوامل موثر در تولید اسید لاکتیک می باشد.

همچنین نتیجه گرفتند که در بافت عضله ایزوله شده، عواملی مانند الگوی انقباض، مدت انقباض، در دسترس بودن سوبسترا، هیپوکسی، تحریک بتا آدرنرژیک جملگی در تشکیل اسید لاکتیک نقش دارند.

کدام یک از عوامل (تولید و یا برداشت لاکتات) در هنگام فعالیت ورزشی کنترل بیشتری را اعمال می کنند و کدام یک به میزان بیشتری از راه تمرین تحت تاثیر قرار می گیرند؟

↓ لاکتات خون ناشی از ورزش ← میزان لاکتات ورودی به خون یا ↑ لاکتات برداشتی و یا ترکیبی از هر دو باشد.

مطالعات مقطعی بر روی انسان:

↓ لاکتات ناشی از تمرین عمدتاً با میزان لاکتات برداشتی ارتباط دارد نه با ↓ لاکتات تولیدی

مطالعات طولی:

↓ غلظت لاکتات خون در فعالیت زیر بیشینه، ترکیبی از کاهش میزان لاکتات تولیدی و افزایش میزان لاکتات دفعی است. در مقادیر کاری بالاتر این کاهش چه بسا بیشتر ناشی از لاکتات دفعی باشد.

آستانه لاکتات

- ❖ محققان در مطالعات متعدد نتیجه گرفته اند که فعالیت های ورزشی استقامتی ارتباط بسیار قوی با سرعت OBLA دارند.
 - ❖ پاسخ لاکتات خون به فعالیت های ورزشی عملکرد استقامتی را به خوبی برآورد می کند و می تواند ابزار مفیدی برای تجویز فعالیت ورزشی باشد.
 - ❖ بنابراین این روش ۱- شدت فعالیت های گوناگون را می تواند با منحنی لاکتات برآورد کند.
۲- با ترسیم منحنی لاکتات هر ورزشکار می توان آستانه غیر هوازی را برای تنظیم شدت تمرین تعیین کرد.
- VO2max بهترین شاخص عملکرد استقامتی نیست، در واقع پاسخ لاکتات خون به فعالیت های ورزشی است که شاخص بهتری از استقامت ارائه می کند. ←

بنابراین تعیین میزان لاکتات خون یک جزء اصلی کار مربیگری است که پس از تعیین سطوح لاکتات، می توان روش های دقیق و شدت تمرینات را ارزیابی نمود.

[CAPA](#) [SOBRE](#) [ACESSO](#) [CADASTRO](#) [PESQUISA](#) [ATUAL](#) [ANTERIORES](#)
[NOTÍCIAS](#) [NORMAS DE PUBLICAÇÃO](#) [CONSELHO EDITORIAL](#)

Capa > v. 19, n. 1 (2020) > **Marczynski**

The influence of execution speed on blood lactate concentration in strength training protocol in bench press exercise

Gustavo Taques Marczynski, Luís Carlos Zattar Coelho, Leonardo Emmanuel de Medeiros Lima, Rodrigo Pereira da Silva, Dilmar Pinto Guedes Jr, Henrique Miguel, Raul Pacheco, Ricardo Corrêa Cunha

Resumo

The aim of this study was to analyze the influence of two velocities of execution relative to blood lactate concentration in strength training exercise until the momentary concentric failure. Fifteen men (29.1 ± 5.9 years), trained, participated in the experiment. The volunteers performed three bench press sessions, with an interval of 48 hours between them. At the first session, individuals determined loads through the 10-12 RMs test. In the following two sessions, three series with 90 seconds of interval were performed, in the second session slow execution speed (cadence 3030) and later in the third session fast speed (cadence 1010). For statistical analysis, the Student-T test was used for an independent sample study and considered the value of probability ($p \leq 0.05$) statistically significant. By comparing the number of repetitions and time under tension of the two runs, all series compared to the first presented significant reductions ($p < 0.05$). The total work volume was higher with the fast speed ($p < 0.05$). The study revealed that rapid velocities (cadence 1010) present a higher concentration of blood lactate when compared to slow runs (cadence 3030). The blood lactate concentration, in maximum repetitions, is affected by the speed of execution.

Keywords: resistance training, cadence, blood lactate.

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

[Ajuda do sistema](#)

USUÁRIO

Login

Senha

Lembrar usuário

NOTIFICAÇÕES

- [Visualizar](#)
- [Assinar](#)

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos

Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por título](#)
- [Outras revistas](#)



Supplementation with an Antioxidant Rich Oil Does Not Influence Blood Lactate, Rate of Perceived Exertion and Muscle Soreness after Resistance Exercise

Maurilio T. Dutra^{1*}, Mateus M. Leite², Arthur César M. Santos², Lucas C. C. Nemer², Matheus B. S. Barros², Renata A. E. Dantas², Márcio R. Mota^{2,3,4}

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of Brasilia, IFB, Brasília, DF, Brazil

²University Center of Brasília, UniCEUB, Brasília, DF, Brazil

³Anápolis University Center, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brazil

⁴Projeção University Center, UniPROJEÇÃO, Brasília, DF, Brazil

*Corresponding Author: Maurilio T. Dutra
Brasília, IFB, Brasília, DF, Brazil



1 / 4



Science and Technology of

Search worldwide, life-sciences literature

Search

Advanced Search

Coronavirus articles and preprints Search examples: "breast cancer" Smith J

Recent history

Saved searches

Abstract

Similar Articles

[Lactate production contributes to development of fatigue during intense exercise in humans].

Bangsbo J⁰, Hostrup M⁰

Author information

Ugeskrift for Laeger, 01 Feb 2019, 181(8) Language:dan

PMID: 30821240

Review

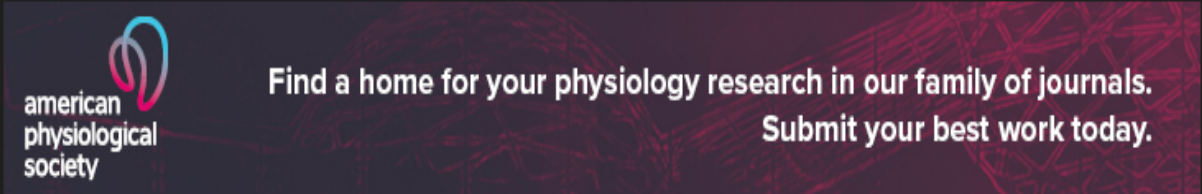
Share this article



View key terms

Get citation

Claim to ORCID



PHYSIOLOGY.ORG

JOURNALS ▾

All journals

Q Search all content

Advanced Search



SIGN IN

American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism > Vol. 316, No. 5



AMERICAN JOURNAL of PHYSIOLOGY

Endocrinology and Metabolism®

JOURNAL HOME

ISSUES ▾

COLLECTIONS

INFORMATION

ABOUT

SUBMIT


SUBSCRIBE

Q Search this journal



Research Article


IL-6 release from muscles during exercise is stimulated by lactate-dependent protease activity

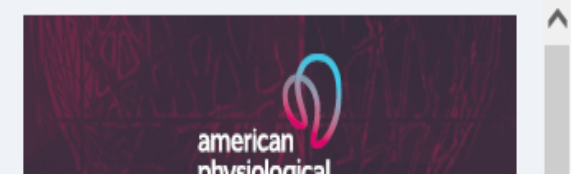
Pernille Hojman , Camilla Brolin, Nynne Nørgaard-Christensen, Christine Dethlefsen, ... [See all authors](#) ▾

08 MAY 2019 // <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00414.2018>

This is the final version - [click for previous version](#)

-  Figures
-  References
-  Related
-  Information

 Full Text  PDF (2 MB)  TOOLS  SHARE



روش های برآورد لاکتات خون

3

میزان درک فشار (RPE)

2

آزمون کانکانی

1

HRmax و HRR
آزمون

HRR و HRmax

در این روش آستانه لاکتات فرد را می توان از روی حداکثر ضربان قلب و یا ضربان قلب ذخیره به صورت نسبی تعیین کرد.

لاکتات ۲ میلی مول = ۹۰ تا ۹۵٪ HRmax
لاکتات ۵/۲ میلی مول = ۹۵٪ HRmax
لاکتات ۴ میلی مول = بالاتر از ۹۵٪ HRmax

آزمون کانکانی

روشی که با استفاده از پروتکل خاص و با تعیین ارتباط بین ضربان قلب و سرعت دویدن می توان آستانه لاکتات را برآورد کرد.

پروتکل:

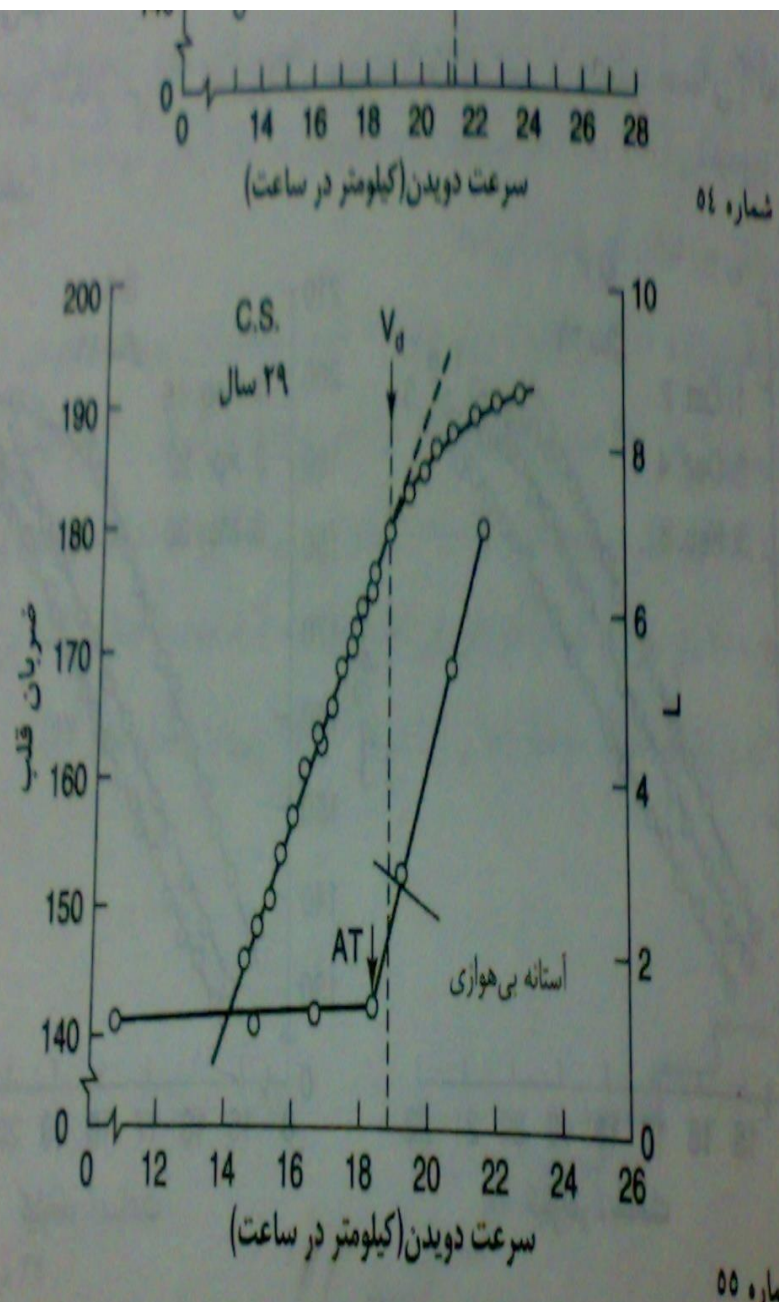
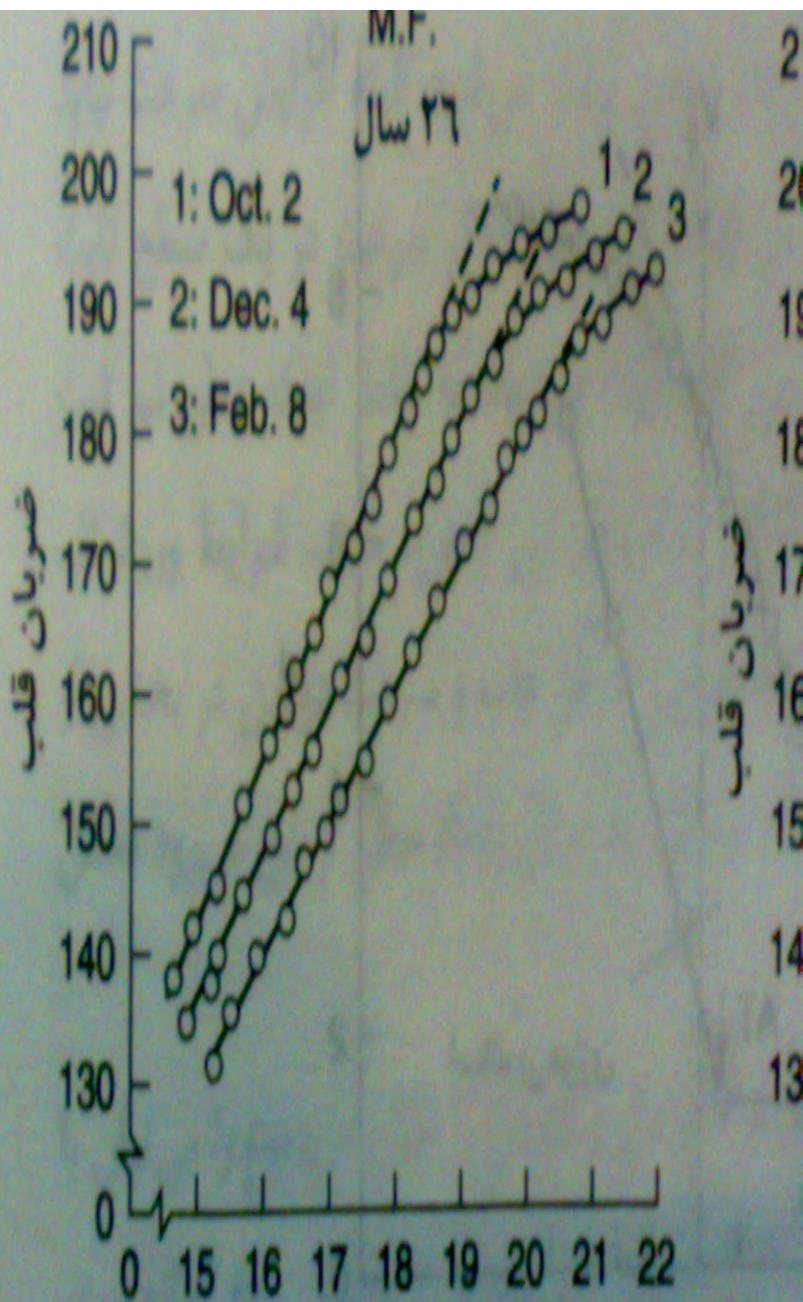
در حین دویدن در تناوب های منظم سرعت دویدن بیشتر می شود. در ۲۰۰ متر آخر هر مرحله ضربان قلب ثبت می شود و به خاطر داشتن زمان، سرعت را می توان محاسبه کرد. با رسم منحنی ضربان قلب و سرعت در هر مرحله یک نمودار حاصل می شود، در نقطه ای که رابطه بین این دو عامل از حالت خطی خارج می شود آن نقطه نشان دهنده آستانه لاکتات است.

با رسم منحنی در چندین آزمون با فاصله زمانی مناسب در صورت بهبود وضعیت منحنی به سمت راست حرکت می کند و اگر نمودار بهبود نیابد نشانه اختلال است.

منحنی کانکانی می تواند تمرین زدگی، عفونت یا هر گونه تغییر در وضعیت جسمانی را به خوبی نشان دهد.

نکته: در برخی موارد نا کافی بودن ذخایر کربوهیدرات یا در موارد تمرین زدگی، مقادیر لاکتات به نحو متناقضی پایین است.

آزمون کانکانی اطلاعاتی راجع به وضعیت بدنی ورزشکار فراهم می آورد. توصیه های تمرینی بر اساس این آزمونها بوده و یک دوره تمرین را می توان به این وسیله طراحی نمود.



میزان درک فشار

- ❖ تعدادی از مطالعات، رابطه قوی بین RPE و پاسخ لاکتات خون به فعالیت های ورزشی را نشان دادند. رابطه ای که به نظر نمی رسد تحت تاثیر جنس، نوع تمرین، نوع فعالیت ورزشی، ویژگی تمرین یا شدت تمرین قرار گیرد.
- ❖ استفاده از معیار بورگ برای RPE .

LT = 11 RPE

2mmol = 14 RPE

2.5mmol = 14.5
RPE

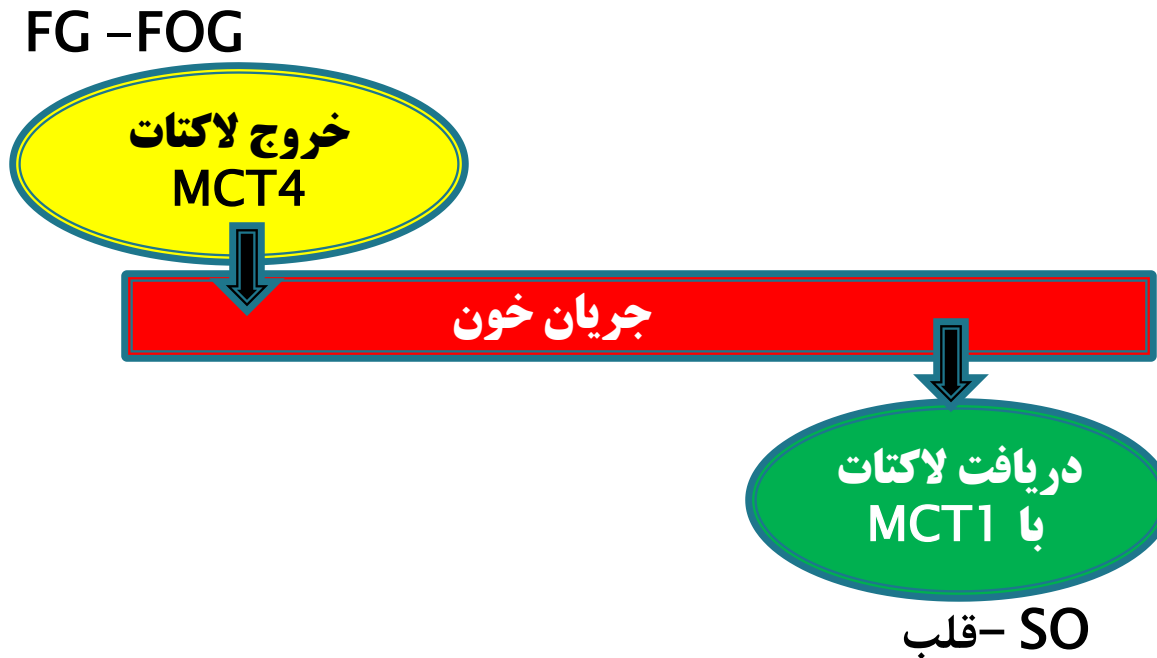
4mmol = 16.5
RPE

- ❖ نتایج مطالعات نشان می دهد که از نظر فیزیولوژیکی استفاده از RPE برای تجویز شدت فعالیت ورزشی معتبر بوده و سودمندی ویژه ای در تجویز فعالیت ورزشی دارد، جایی که هدف ورزش کردن در آستانه لاکتات یا در یک غلظت لاکتات خون معین است.

نقش لاکتات در تغذیه عضلات و نرون ها

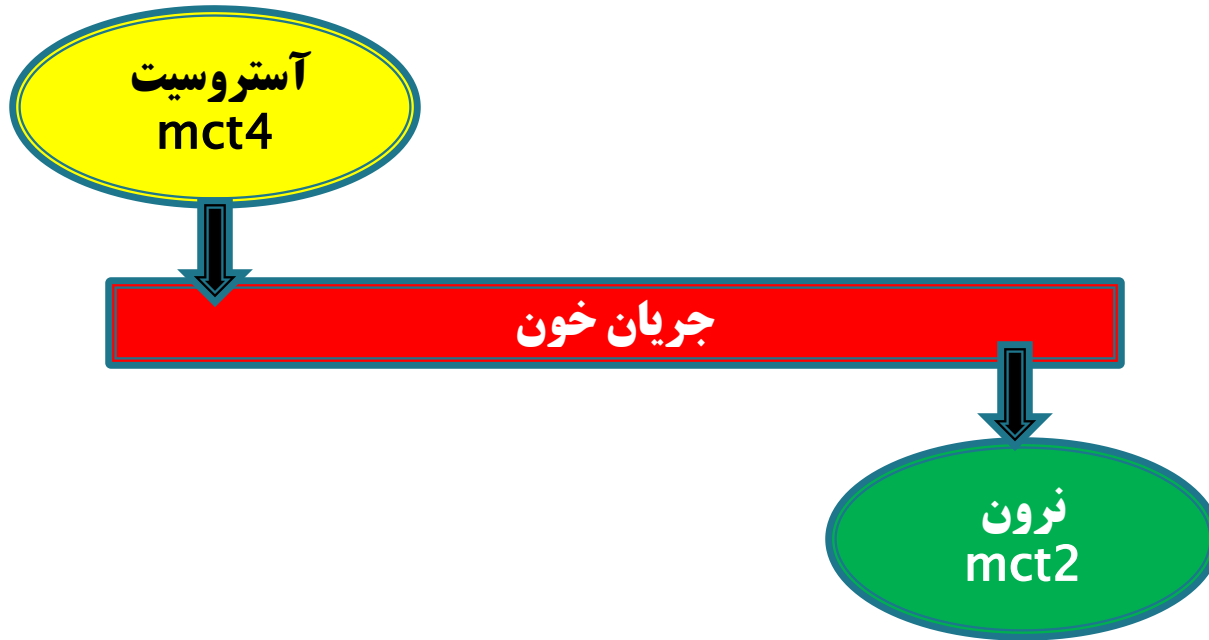
عضلات:

در فیبرهای تند انقباض MCT4 باعث خروج لاکتات از سلول می شود در حالی که در فیبرهای کند انقباض و عضلات قلب MCT1 باعث برداشت لاکتات می شوند.



مغز

✓ در آستروسیت ها لاکتاتی که در طول گلیکولیز در این سلول ها تولید شده توسط **MCT4** به بیرون فرستاده می شود و نرون های فعال که مجهز به انتقال دهنده **MCT2** هستند این لاکتات را برداشت می کنند.



گلوتامات آزاد شده از ترمینال های عصبی



برداشت توسط آستروسیت ها



تحریک برداشت گلوکز توسط آستروسیت ها



فرآیند گلیکولیز و آزاد کردن لاکتات



برداشت لاکتات توسط نرون های فعال

در مغز LDH

دوایزوفریم آنزیم LDH وجود دارد:

پيروات ← لاکتات (آستروسیت ها)
LDH5

لاکتات ← پيروات (نرون ها)
LDH1

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های میدانی

▶ **آزمون بالک:**

- ▶ برای اندازه گیری VO_2max به کار می رود
- ▶ ورزشکار به مدت ۱۵ دقیقه در پیست دو و میدانی می دود.
- ▶ برای بر آورد حداکثر اکسیژن مصرفی از معادله زیر استفاده می شود.
- ▶ $VO_2max(L/min) = 3 / 744 [(kg) \text{ توده بدن} + 5] / (\text{ضربان قلب} - 62)$ مردان
- ▶ $VO_2max(L/min) = 3 / 750 [(kg) \text{ توده بدن} + 3] / (\text{ضربان قلب} - 65)$ زنان

معادله دیگری که از آن برای محاسبه VO_2max استفاده می شود عبارت است از:

$$VO_2max(ml/kg/min) = \{ [15 - 133] \times 0.172 \} + 33/3$$

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های میدانی

▶ آزمون توماکیدی

▶ مسافت ۱۵۰۰ یا ۳۰۰۰ متر

- ▶ $\text{سرعت} = \frac{\text{مسافت (کیلومتر)} \times 60}{\text{زمان (دقیقه)}}$
- ▶ $\text{MET} = \text{عدد ثابت اول} + (\text{سرعت} \times \text{عدد ثابت دوم})$
- ▶ $\text{VO2max (ml/kg/min)} = 3/5 \times \text{MET}$

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های میدانی

▶ آزمون BYU

▶ مسافت ۱۶۰۰ متر با حفظ ضرب آهنگ گام

▶ شمارش ضربان قلب به مدت ۱۰ ثانیه پس از گذشتن از خط پایان

▶ $V_{O2max}(ml/Kg/min) = 100/5 - 0/1636$ (توده بدن به کیلوگرم) - $1/438$ (زمان)

+ (ضربان قلب پایانی آزمون به ضربه در دقیقه) $-0/1928$ (دویدن یا پیاده روی

(جنسیت) $8/344$

▶ جنسیت: ۱ برای مردان و ۰ برای زنان

آزمون های توان و ظرفیت هوازی

آزمون های پله

- ▶ آزمون پله آستراند رایمینگ
- ▶ ضرب آهنگ ۲۲/۵ بار در دقیقه (۹۰ گام در دقیقه) برای مدت ۵ دقیقه
- ▶ ارتفاع پله برای زنان ۳۳ سانتیمتر (۱۳ اینچ) برای مردان ۴۰ سانتیمتر (۱۵/۷۵ اینچ)
- ▶ شمارش ضربان قلب بین ثانیه های ۱۵ تا ۳۰ پس از فعالیت به دست می آید
- ▶ مردان : $VO_{2max} (L/min) = 3/744[(\text{Kg} \text{ بدن} + 5) / (\text{ضربان قلب} - 62)]$
- ▶ زنان : $VO_{2max}(L/min) = 3/750[(\text{Kg} \text{ بدن} + 3) / (\text{ضربان قلب} - 65)]$

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های پله

- ▶ آزمون پله بیلی و میروالد
- ▶ یک دوره فعالیت ۶ دقیقه ای با ضرب آهنگ ۱۱۴ گام در دقیقه
- ▶ اگر پس از اتمام مرحله اول ضربان قلب کمتر از ۱۶۲ بود یک زمان سه دقیقه ای دیگر با ضرب آهنگ ۱۲۰ گام در دقیقه اضافه می شود. در ارزشیابی وضعیت قلبی – تنفسی ضربان قلب بالاتر از ۱۶۲ در طبقه ضعیف و آزمودنی هایی که ضربان قلب آنها پایین تر از ۱۶۲ ضربه در دقیقه باشد در این ارزشیابی در طبقه خوب قرار می گیرند.

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های پله

▶ آزمون پله مک آردل

▶ مدت انجام این آزمون ۳ دقیقه و ارتفاع پله ۱۶ اینچ (نزدیک ۴۰ سانتیمتر)

▶ ضرب آهنگ ۴ گامی (بالا- بالا- پایین-پایین) و مرکب از ۲۲ و ۲۴ دور در دقیقه (۸۸

و ۹۶ گام در دقیقه) به ترتیب برای زنان و مردان

▶ تعدا ضربان قلب ریکاوری آزمودنی، ۵ ثانیه پس از خاتمه فعالیت به مدت ۱۵ ثانیه

شمارش می شود.

▶ (ضربان قلب ریکاوری در یک دقیقه $\times 0/42 - 111/33 = \text{VO}_2\text{max}(\text{ml}/\text{kg}/\text{min})$ مردان

▶ (ضربان قلب ریکاوری در یک دقیقه $\times 0/1847 - 65/81 = \text{VO}_2\text{max}(\text{ml}/\text{Kg}/\text{min})$ زنان

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های چرخ کارسنج

▶ آزمون آستراند

▶ بار اولیه کار در این آزمون ۶۰۰ کیلوگرم متر برای مردان (برابر با ۱۰۰ وات) و ۳۰۰ کیلوگرم متر برای زنان (برابر با ۵۰ وات) است. به ازای هر ۲ تا ۳ دقیقه اجرای آزمون بار کار به ترتیب برای مردان و زنان به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم متر (برابر با ۵۰ وات) و ۱۵۰ کیلوگرم متر (برابر با ۲۵ وات) افزوده می شود. این آزمون تا زمانی که آزمودنی به حالت واماندگی نرسیده است و یا نمی تواند میزان پدال زدن را به تعداد ۵۰ دور در دقیقه حفظ کند ادامه می یابد

- ▶ میلی لیتر در دقیقه $+ (3/5) \times (\text{توده بدن بر حسب کیلوگرم})^2 = \text{VO2max (ml/min) مردان}$
 $260 + (1/6 \times \text{دقیقه در کیلوگرم متر در دقیقه})$
- ▶ میلی لیتر در دقیقه $+ (3/5) \times (\text{توده بدن بر حسب کیلوگرم})^2 = \text{VO2max (ml/min) زنان}$
 $2/5 + (1/6 \times \text{دقیقه در کیلوگرم متر در دقیقه})$

آزمون های توان و ظرفیت هوازی آزمون های نوارگردان

- ▶ برای محاسبه VO_{2max} راه رفتن روی و دویدن نوارگردان از معادله زیر استفاده می شود:
- ▶ $VO_{2max}(ml/Kg/min) = 3/5(ml/Kg/min) + \text{سرعت}$ راه رفتن
 $(m/min) \times 1/8 + \text{سرعت}(m/min) \times (\%)\text{شیب} + 0/1$
- ▶ از معادله بالا برای سرعت های ۵۰ تا ۱۰۰ متر بر دقیقه (۱/۹ تا ۳/۷ مایل بر ساعت) استفاده می شود. و برای سرعت های بالاتر از ۱۳۴ متر بر دقیقه دویدن روی نوارگردان از معادله زیر استفاده می شود:
- ▶ $VO_{2max}(ml/Kg/min) = 3/5(ml/Kg/min) + \text{سرعت}$ دویدن
 $(m/min) \times 0/9 + \text{سرعت}(m/min) \times (\%)\text{شیب} + 0/2$

منابع

- 1-آرترو ولتمن(1995)؛ پاسخ لاکتات خون به فعالیت های ورزشی؛ مترجمان عباسعلی گائینی، محمد فرامرزی(1383)؛نشر چکامه.
- 2-پیتر یانسن(2001)؛ تمرینات آستانه لاکتات؛ مترجمان شهرام فرج زاده موالو، فریبرز هوانلو، فرزین حلبچی و فرشاد نجفی (1386)؛ انتشارات کمیته ملی المپیک.
- 3-Jonathan Handy. Lactate- The bad boy of metabolism, or simply misunderstood?, Current Anaesthesia & Critical Care(2006) 17,71-76.
- 4- L.H.Bergerson, Is lactate food for neurons? Comparison of monocarboxylate transporter subtypes in brain and muscle,. Neuroscience 145 (2007) 11-19.
- 5- Tiago R. Figueira, Fabrizio Caputo, Jailton G. Pelarigo, Benedito S. Denadai., Influence of exercise mode and maximal lactate-steady-state concentration on the validity of OBLA to predict maximal lactate-steady-state in active individuals., Journal of Science and Medicine in Sport (2008) 11, 280-286.
- 6- Marianne Fillenz., The role of lactate in brain metabolism., Neurochemistry International 47 (2005) 413-417 .
- 7- Chiappa GR, Roseguini BT, Alves CN, Ferlin EL, Neder JA, Ribeiro JP. Blood lactate during recovery from intense exercise: impact of inspiratory loading. Med Sci Sports Exerc 2008;40(1):111-6.