به نام خدا

بیوشیمی و متابولیسم فعالیت ورزشی و تمرین

فصل سوم

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

آرزو فرزانه

دکترای تخصصی بیوشیمی و متابولیسم ورزشی

https://www.jeyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

- ✓ ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا
- ✓ کربوهیدراتها
- ✓ چربی ها
- ✓ پروتئینها

https://www.ieyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

۱–ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا:

A~P

ATP

کراتین فسفات

این ترکیبات دارای دو ویژگی هستند:

- ✓ **یک گروه فسفریل دارند**
- ✓ **هیدرولیز آنها مقدار زیادی انرژی آزاد می کند**

$$A\sim P + H_2O \longrightarrow A + Pi \qquad \Delta G<0$$

به عنوان مثال تولید ATP از کراتین فسفات به این صورت اتفاق می افتد

https://www.jeyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

۱–ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا

چرخه ATP-ADP

در واکنشهای کاتابولیسم ATP از ADP سنتز می شود و بر عکس در واکنشهای آنابولیسم ATP به ADP هیدرولیز می شود

فرایندهای بیولوژیکی که درچرخه سنتز ATP-ADP تغییر ایجاد می کنند شامل:

حرکت: به شکل انقباض عضلانی توسط هیدرولیز ATP در سرهای میوزین

حمل فعال: حمل یک ماده بر خلاف شیب غلظت در سلول نیاز به هیدرولیز ATP دارد

مثل پمپ سدیم–پتاسیم

تقویت پیام: ایجاد پیامهای بیولوژیکی در سلولها برای ایجاد آبشار سلولی با هزینه ATP

https://www.jeyfit.ir/

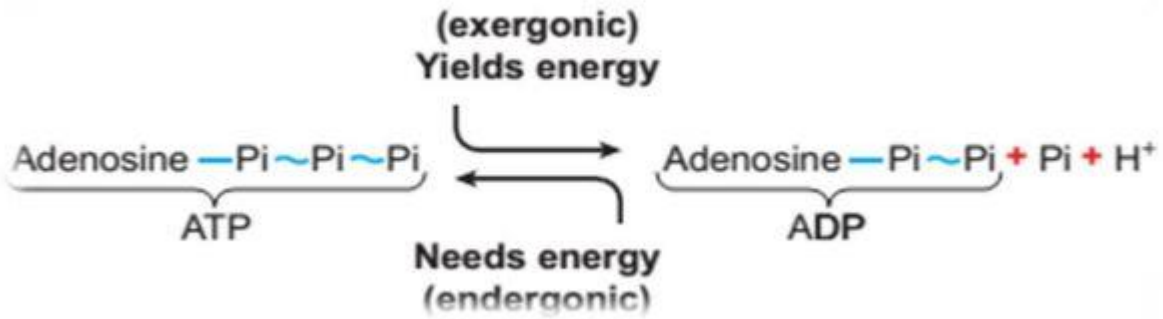
منابع انرژی در فعالیت ورزشی

۱–ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا

چرخه ATP-ADP در فعالیت ورزشی:

فعالیت ورزشی هر سه فرایند نامبرده که نیاز به ATP داردرا تحریک می کند

- ✓ **میزان ATP عضله اسکلتی در حال استراحت**۶mmol /Kg
- ✓ **ATPدر حدود ۳ ثانیه انقباض بیشینه در غیاب منابع دیگر و بدون بازسازی به اتمام می رسد**



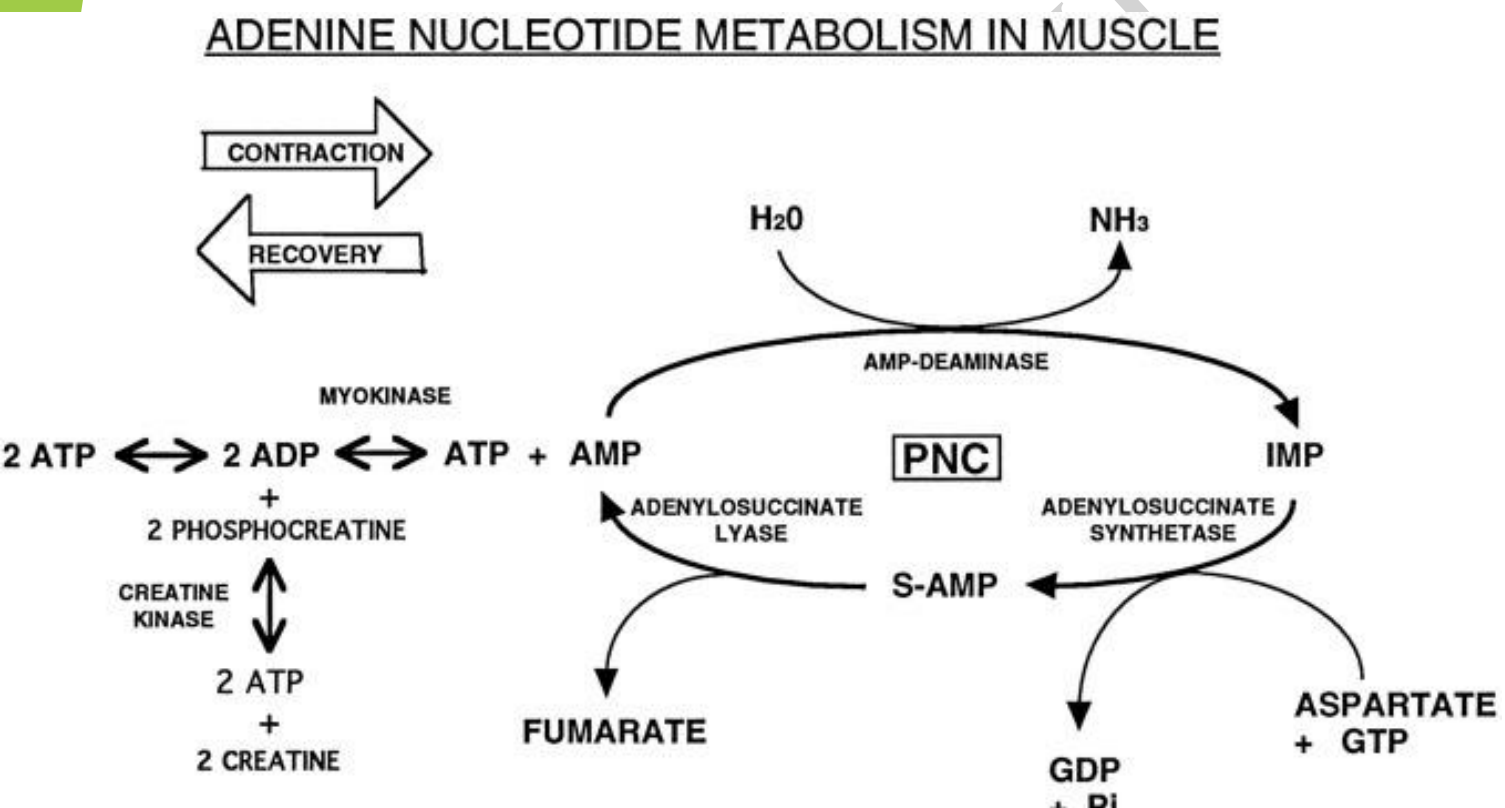
https://www.jcfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

۱–ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا

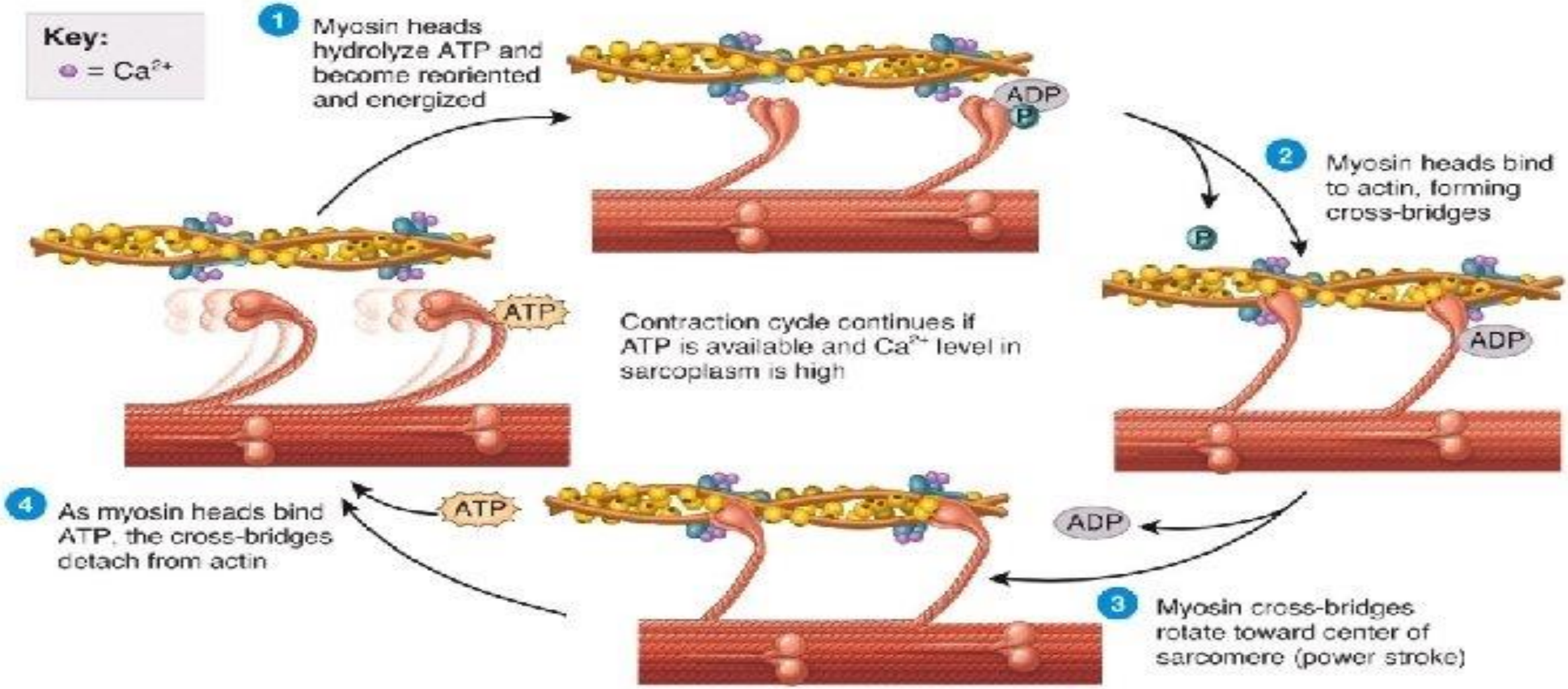
چرخه ATP-ADP در فعالیت ورزشی:

با شروع فعالیت ورزشی با کاهش ATP میزان ADP و Pi و AMPدر عضلات فعال افزایش می یابد.



آنزیم کلیدی واکنش مقابل آنزیم آدنیلات کینازیا میوکیناز است

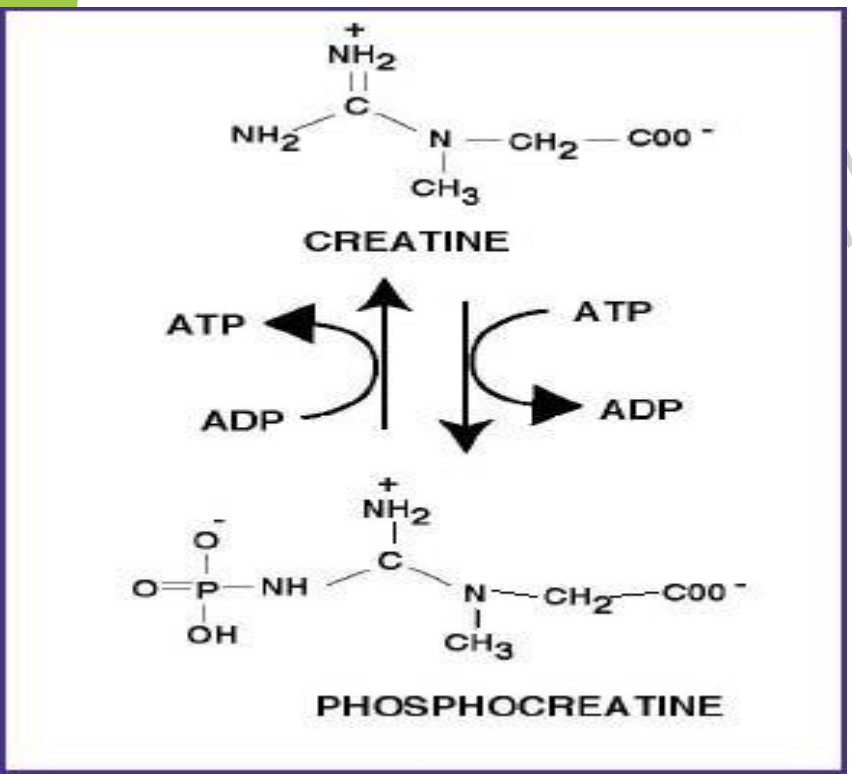
The Sliding-Filament Mechanism



منابع انرژی در فعالیت ورزشی

آنزیم میوکیناز یا آدنیلات کیناز در سارکوپلاسم نزدیک سرهای میوزین قرار دارد تا با تامین ATP در شروع انقباض انرژی لازم برای چرخه انقباضی در سارکومر را فراهم کند.در غیاب منابع انرژی این فرایند ۳ ثانیه قادر به تامین ATP است.

ولی در سیستم فیزیولوژیکی سلول منابع انرژی مختلفی این کمبود ATP را جبران می کنند.



کراتین فسفات:

کراتین از سه آمینو اسید گلایسین، آرژینین و متیونین ساخته شده است. پیوند گروه فسفریل بایکی ازنیتروژن های کراتین کراتین فسفات را می سازد.

در حالت استراحت هر کیلوگرم عضله خشک تقریبا ۷۵ میلی مول کراتین فسفات دارند

کراتین فسفات سریعترین منبع بازسازی ATP است

http://www.jeffdill/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

کراتین فسفات:

منبع انرژی با ارزشی هنگام تمرینات بیشینه به شمار می اید

زیرا کراتین فسفات با یک واکنش ATP را از ADP توسط آنزیم کراتین کیناز(CK) بازسازی می کند.

jeyfit.ir

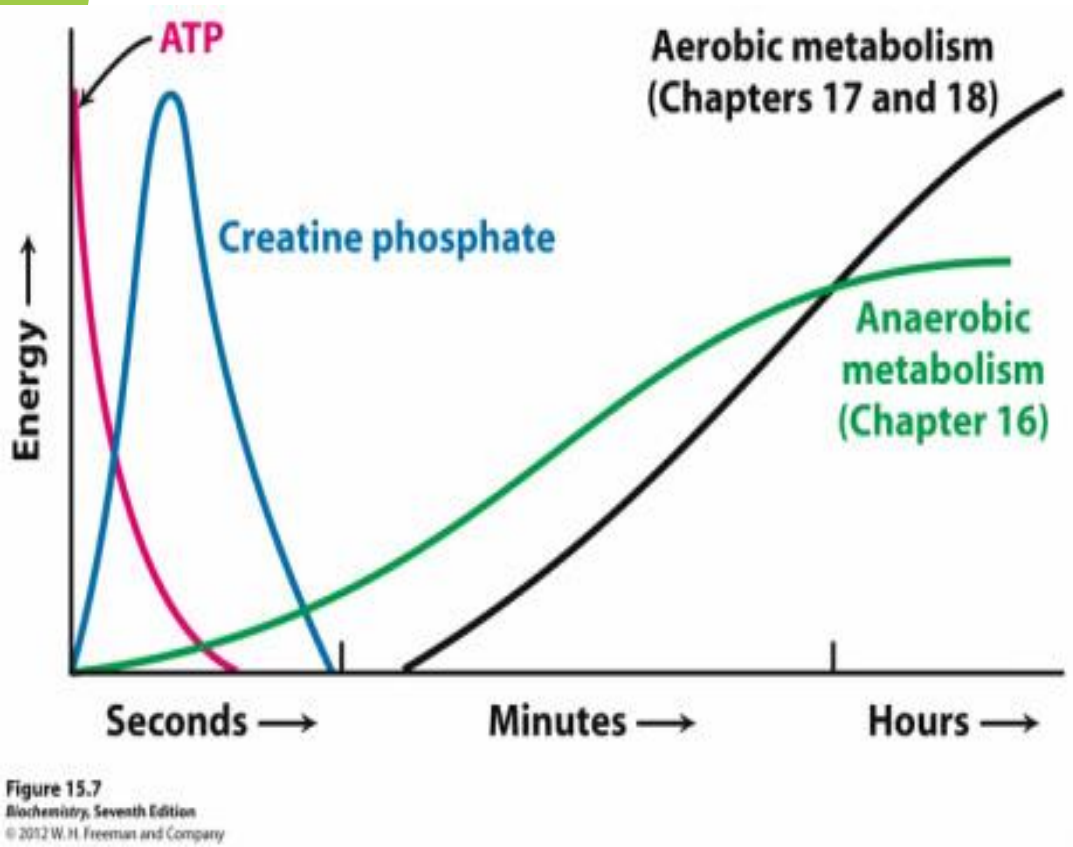
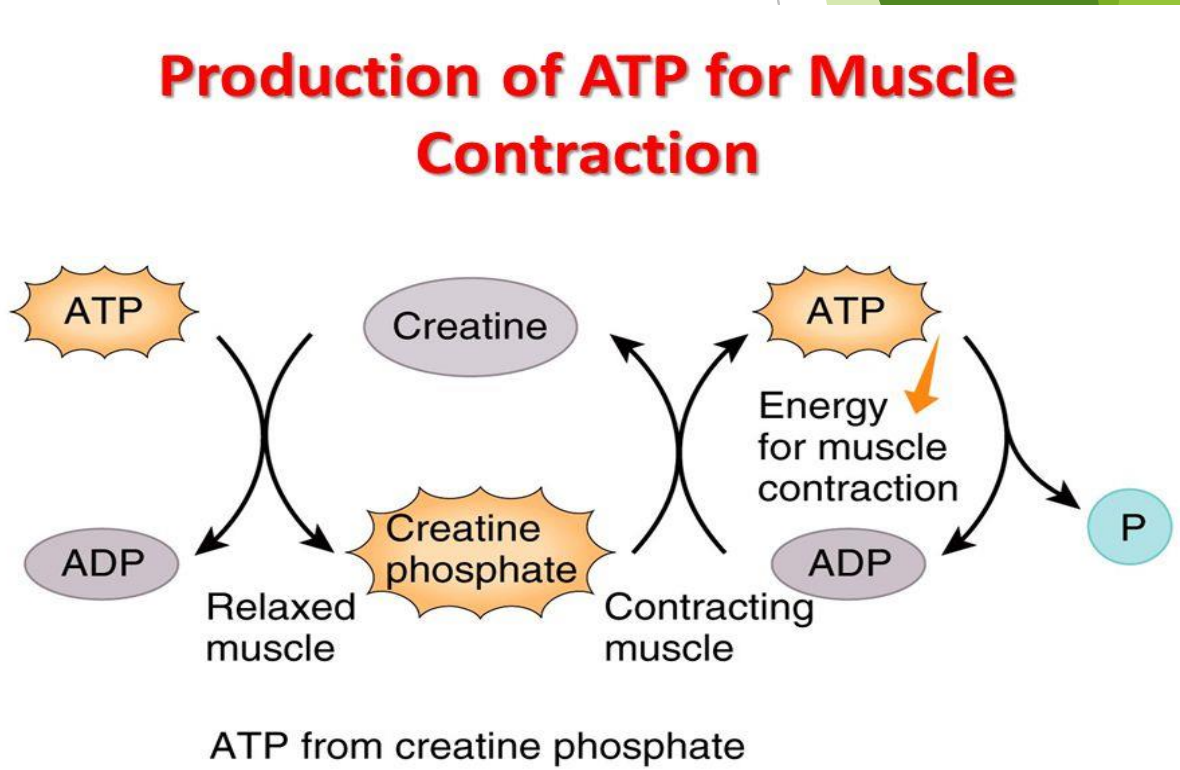
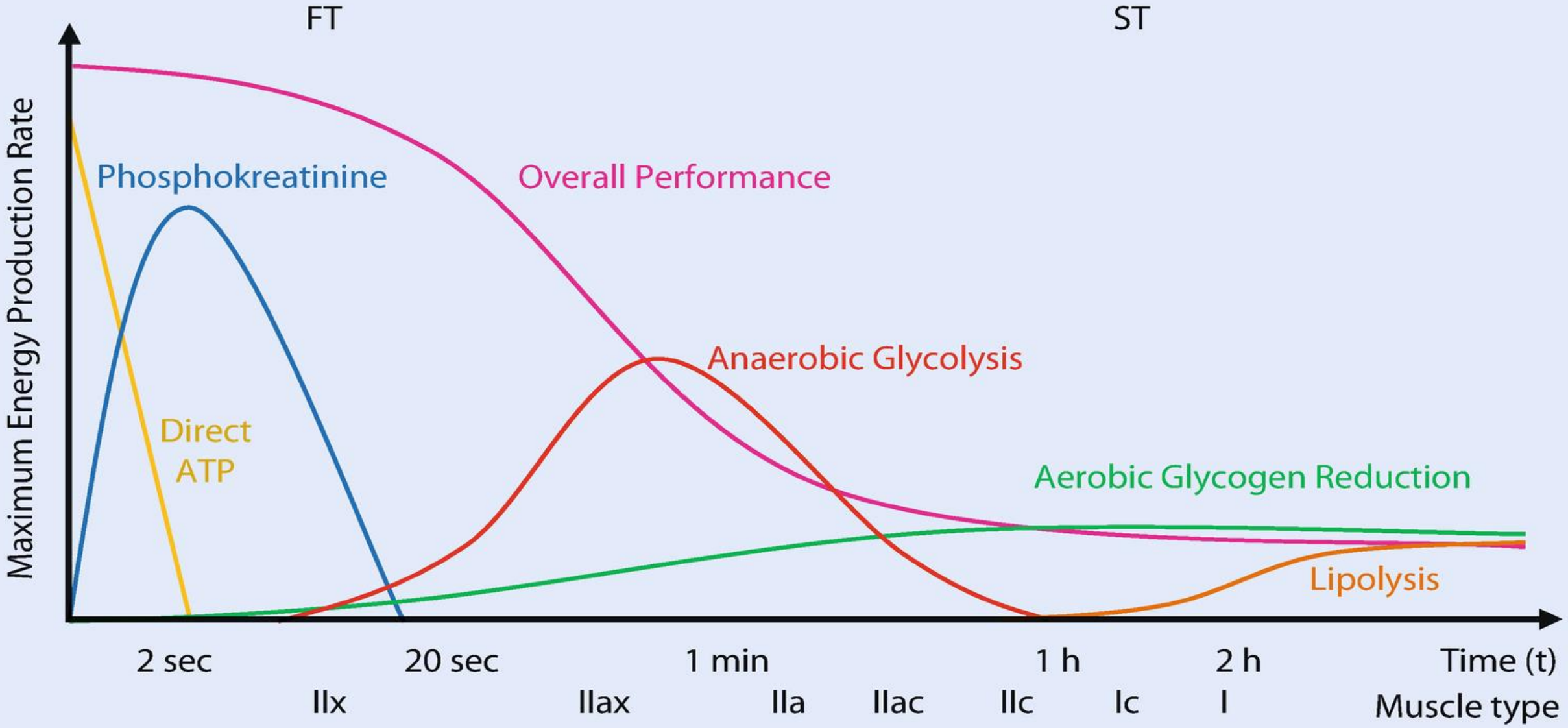


Figure 15.7
Biochemistry, Seventh Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company

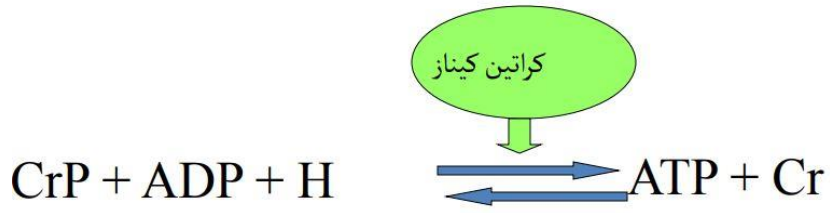


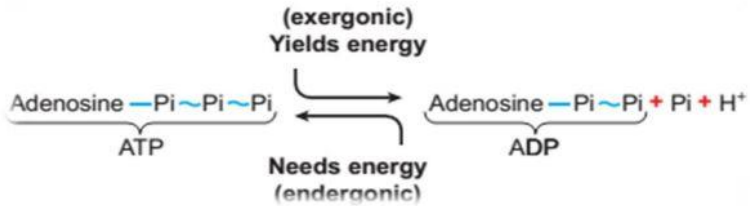

FT
ST
Maximum Energy Production Rate
Phosphokreatinine
Overall Performance
Anaerobic Glycolysis
Direct
ATP
Aerobic Glycogen Reduction
Lipolysis
2 sec
20 sec
1 min
1 h
2 h
Time (t)
IIx
IIax
IIa
IIac
IIc
Ic
I
Muscle type

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

عملکردهای مختلف Pcr در عضله:

- ✓ حفظ غلظت ATP سلول و نسبت ATP به ADP
- ✓ به عنوان یک سیستم حامل انرژی بین جایگاه تولید انرژی در میتوکندری و جایگاههای مصرف انرژی در سارکوپلاسم
- ✓ جفت شدن آن با چند واکنش سلولی دیگر برای مثال با آدنیلات کیناز در واکنش آدنیلات کیناز H+ (یون هیدروژن) تولید می شود که در واکنش کراتین کیناز این یون هیدروژن مصرف می شودو مانع اسیدی شدن سلول می شود





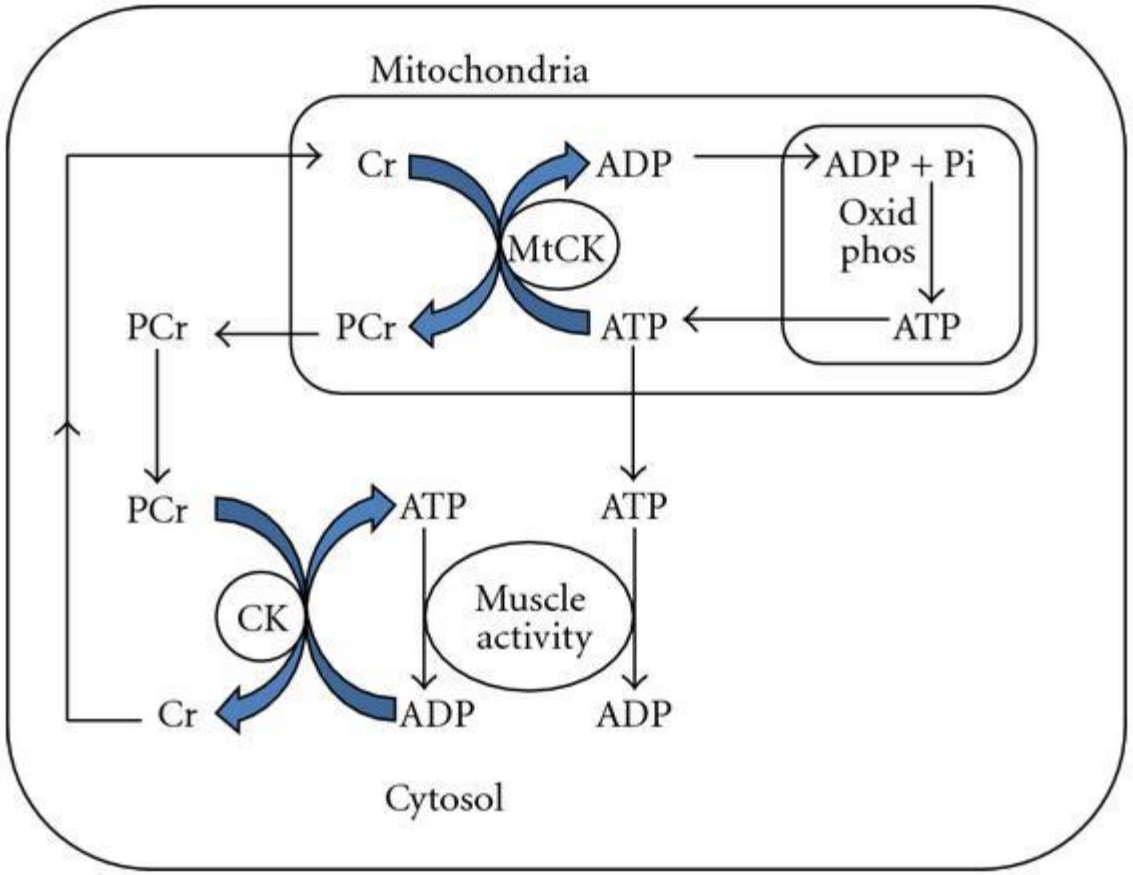
- ✓ بر اثر هیدرولیز Pcr گروه فسفریل سریعا رها می شودکه نقش مکملی در واکنش گلیکوژن فسفریلاز و تجزیه گلیکوژن دارد

https://www.jovfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

کراتین فسفات:

در میتوکندری سلول میوفیبریل کراتین توسط کراتین کیناز میتوکندریایی به کراتین فسفات تبدیل شده و در سیتوزول کراتین فسفات به کراتین تجزیه شده و ATP تولید می شود



منابع انرژی در فعالیت ورزشی

کراتین فسفات

آنزیم کراتین کیناز:

CK-BB:در مغز و عضلات صاف بیشتر یافت می شود
CK-MB:در قلب بیشتر یافت می شود
CK-MM: در عضلات اسکلتی بیشتر یافت می شود

به دلیل میل ترکیبی شدید بخشی از CK-MM به میومزین وتا اندازه ای کمتر به پروتئین M این ترکیب به خط M متصل می شود.

https://www.ijeyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

کراتین فسفات:

- ✓ بازسازی ATP از CP یک فرایند بیهوازی بدون تولید لاکتات است
- ✓ به علت برتری CP به ATP از لحاظ غلظت و ظرفیت بالای حمل گروه فسفریل(فعالیت بالای CK) ATP در اولین ثانیه های یک فعالیت بیشینه به طور کامل بازسازی می شود
- ✓ سرعت بازسازی ATP در عضلات انسان 2.6mmol/ kg/ s است
- ✓ CPدر فعالیت های بیشینه ای که سرانجام در ۷ ثانیه به پایان می رسد منبع غالب است(وزنه برداری، حمله یک بوکسور، آبشار در والیبال و...)

https://www.jyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

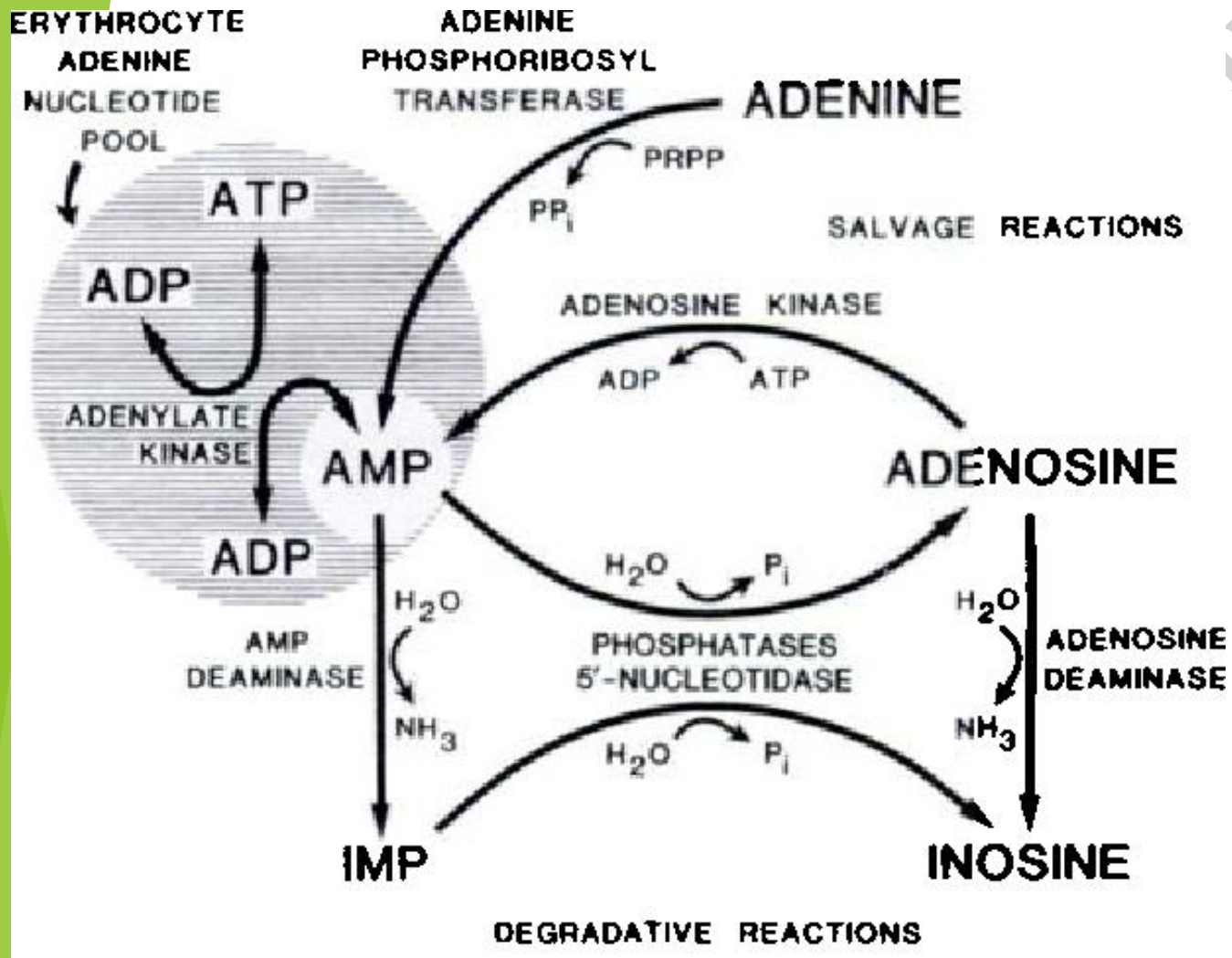
بازسازی کراتین فسفات:

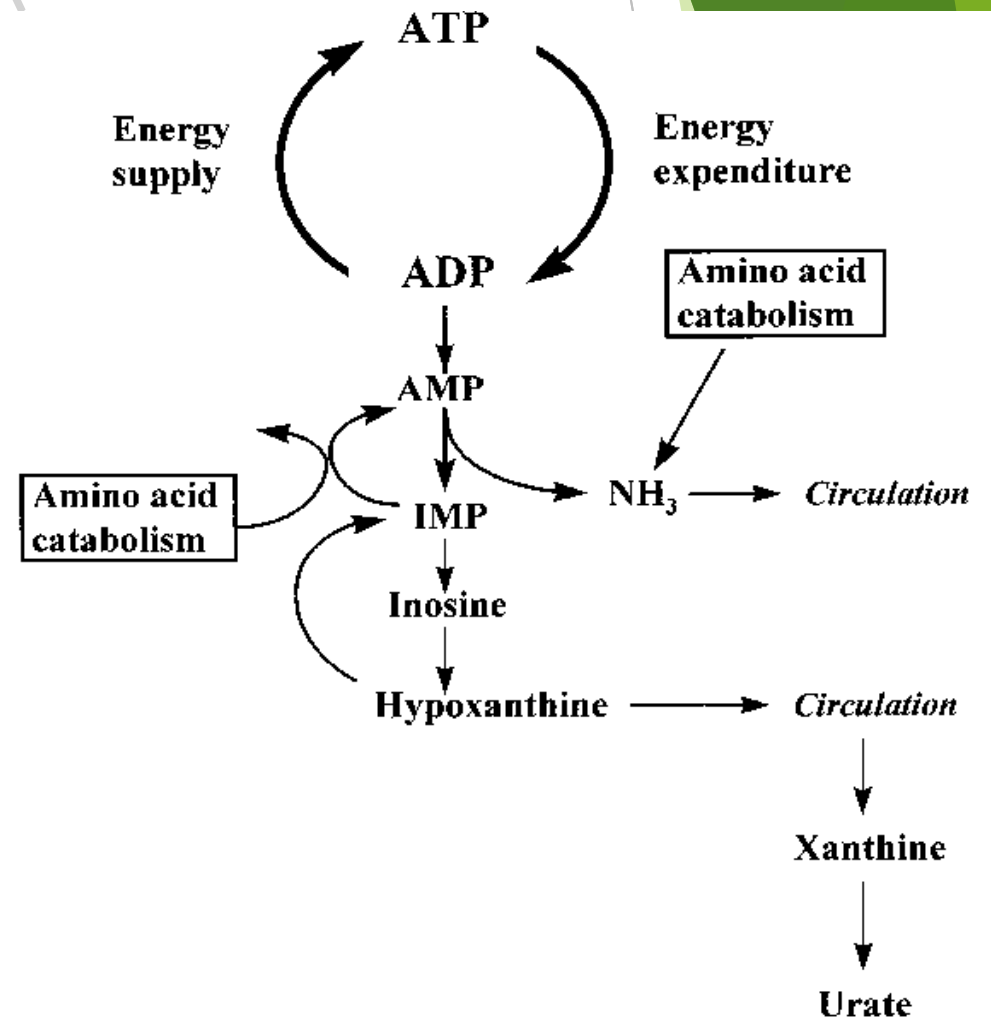
- ✓ نیمه عمر سنتز مجدد Pcr ، ۳۰ ثانیه طول می کشد. البته به مدت، نوع و تعدادجلسات ورزش بستگی دارد
- ✓ یون هیدروژن یا H+ یک مهار کننده برای آنزیم کراتین کیناز است و بازسازی Pcrبه تعویق می افتد
- ✓ در ورزشهای شدید و طولانی بازسازی نیاز به زمان بیشتری دارد
- ✓ دردقایق آغازین دوره بازیافت، مقدار بازسازی در تارهای نوع دو به علت اسیدوز لاکتیکی تاحد بسیاری کمتر است
- ✓ پس ازگذشت ۱۵ دقیقه از دوره بازیافت بازسازی Pcr در تارهای نوع دو شتاب می گیرد

https://www.ijeyni.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

راههای کاهش آدنین نوکلئوتید عضله:





منابع انرژی در فعالیت ورزشی

راههای کاهش آدنین نوکلئوتید عضله:

مسیر تولید آدنوزین در انسان بیشتر در عضلات با تارهای نوع ۱ رخ می دهد و آدنوزین تولید شده با عث رگ گشایی شده و میزان اکسیژن رسانی به عضله افزایش می دهد
برعکس در تارهای نوع ۲ که انقباضات شدید دارند بیشتر دامیناسیون اتفاق می افتد که IMP و NH3 تولیدی در این مسیر فعال کننده آنزیم فسفوفروکتوکیناز و گلیکوژن فسفریلاز می شود

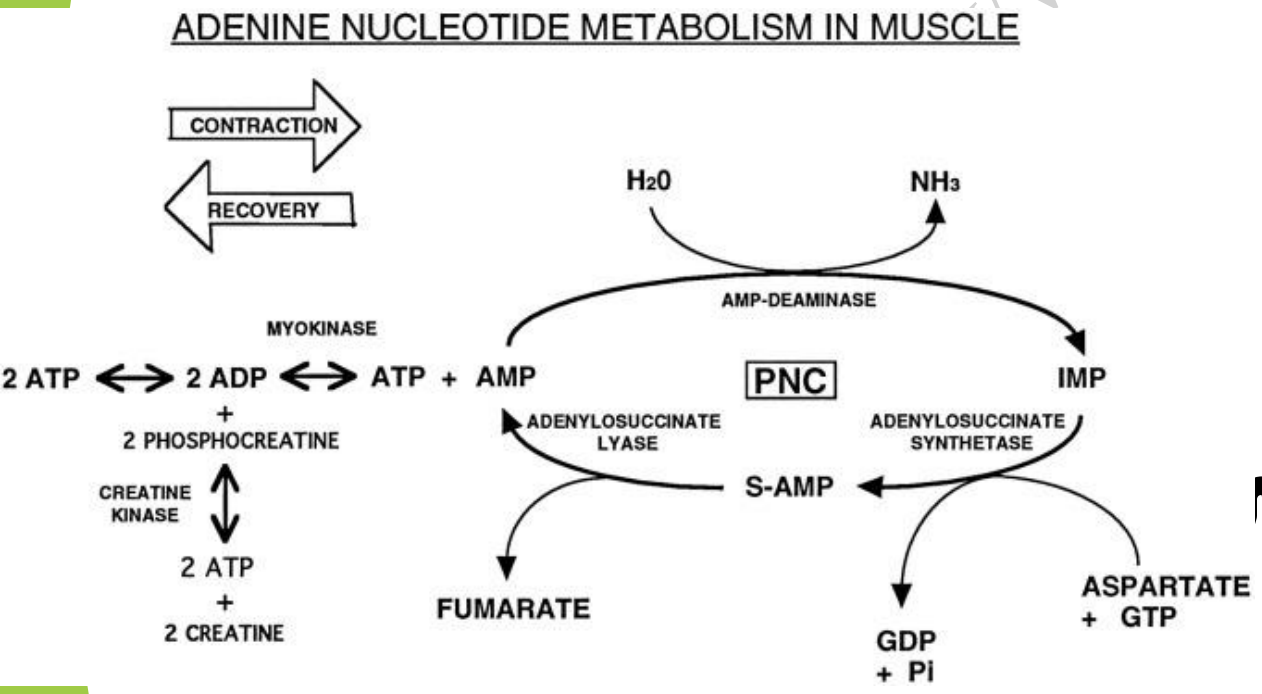
https://www.ieyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

راههای کاهش آدنین نوکلئوتید عضله:

اهمیت آمین زدایی AMP چیست؟

۱–جابجایی واکنش روبرو به سمت راست با عث حذف AMP و تولید ATP می شود که بازسازی آن تسریع می یابد.



۲–این فرایند در زمان کاهش ATP رخ می دهدو باعث فعال شدن آدنیلات دآمیناز و بازسازی غیر مستقیم ATP می شود.

www.ieyt.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

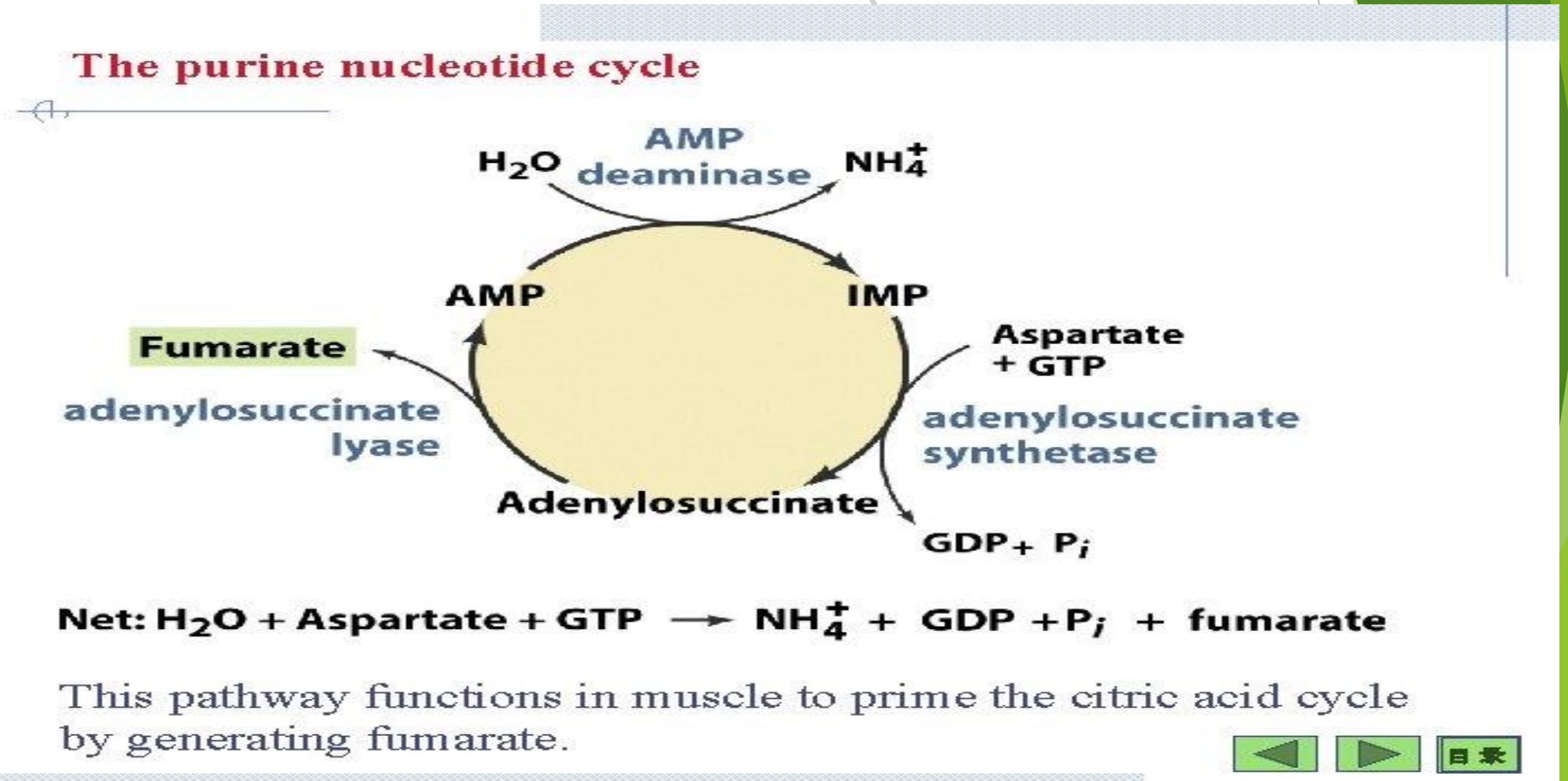
حذف AMP بوسیله آمین زدایی:

- ✓ آنزیم کلیدی این مرحله ***ادنیلات دامیناز*** است که با دآمیناسیون AMP باعث تولید IMP(اینوزین منوفسفات) و NH3 می شود.
- ✓ ***دلیل اصلی فعال شدن این آنزیم*** کاهش ATP سیتوزول و کاهش PH است
- ✓ این آنزیم دارای دو ناحیه اتصال است یک ناحیه آن به سرهای میوزین متصل است و دیگری به ATP
- ✓ وجود ATP در ناحیه اول اتصال انزیم به سر میوزین را مهار می کند در نتیجه آنزیم بصورت غیر فعال در سیتوزول باقی می ماند
- ✓ هنگام فعالیت ورزشی شدید میزان ATP درسیتوزول کاهش می یابددر نتیجه اتصال ATP به آنزیم کاهش می یابد و آنزیم به سر میوزین متصل می شود
- ✓ این اتصال آدنیلات دآمیناز را فعال کرده و سبب تسریع آمین زدایی می شود.
- ✓ این فرایند در تارهای نوع دو بیشتر از نوع یک است

https://www.sieyt.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

چرخه پورین نوکلئوتید یک راه مهم برای شارژانرژی سلول



منابع انرژی در فعالیت ورزشی

چرخه پورین–نوکلئوتید یک راه مهم برای شارژانرژی سلول
یک سازوکار موثر برای گسترش مجدد مخزن آدنیلات پس از ورزش است
سوبسترا: AMP
محصولات: AMP,NH3 و فومارات
سرنوشت محصولات:
AMP: به ADP و در نهایت ATP تبدیل می شودکه مهمترین نقش این چرخه در شارژ انرژی سلول است و یک تنظیم کننده قوی گیکوژنولیز است
NH3: با یون هیدروژن حاصل از متابولیسم منابع انرژی در ورزش ترکیب شده و تولید یون آمونیوم می کند که به کبد رفته و وارد سیکل اوره می شود همچنین باعث افزایش فعالیت آنزیم فسفوفروکتوکیناز در مسیر گلیکولیز می شود
فومارات: به عنوان سوبسترا وارد سیکل کربس می شود
تجمع آمونیاک و هیپوگزانتین در خون و عضله در ورزشهای شدید رخ می دهد

https://www.jeyfit.ir/

منابع انرژی در فعالیت ورزشی

راههای کاهش آدنین نوکلئوتید عضله:

۱– دآمیناسیون AMP و تولید IMP وNH_3

۲– دفسفریلاسیون AMP و تولید ادنوزین

هیپوگزانتین به کبد رفته و توسط دو اکسایش پی درپی به گزانتین و اوره تبدیل می شود. در ورزشهای شدید افزایش آمونیاک و هیپوگزانتین در خون نشانه از دست رفتن آدنین نوکلئوتید است

نکته:

سه سرانجام برای AMP در سلول عضله:

چرخه پورین نوکلئوتید و شارژمجدد انرژی سلول

دامیناسیون و دفسفریلاسیون و کاهش آدنین نوکلئوتید عضله

https://www.jozit.ir/

✓ سوالات کلیدی فصل:

مخازن آدنین نوکلئوتید تام در عضله چیست؟

- ✓ **هنگام ورزش سنگین سه روش تنظیم هموستاز ATP در تارهای عضلانی را نام ببرید؟**
- ✓ **هنگام ورزش سنگین چه تغییراتی در غلظت های زیر رخ می دهد:**
ATP, ADP, AMP, CP, Pi, NH3, Cr
- ✓ **سرنوشت محصولات مسیر پورین نوکلئوتید را نام ببرید؟**
- ✓ **راههای کاهش آدنین نوکلئوتید عضله را نام ببرید؟**

http://www.jevfit.ir/