

Resposta metabólica imediata para manutenção da energia livre do ATP

Prof. Dr. Tiago R Figueira
Dis. Bioquímica do Exercício - 2019
EEFERP/USP



Sumário da aula anterior

- A hidrólise da molécula de ATP libera energia
- O ΔG do ATP é tão maior quanto for a distância da sua reação de hidrólise em relação à condição de equilíbrio da reação

$$\Delta G_{(\text{real}, 37^\circ\text{C})} (\text{kJ/mol}) = -5,9 * \log K'_{\text{eq}} + 5,9 * \log \left(\frac{\text{ADP}_{(\text{obs})} * \text{Pi}_{(\text{obs})}}{\text{ATP}_{(\text{obs})}} \right)$$

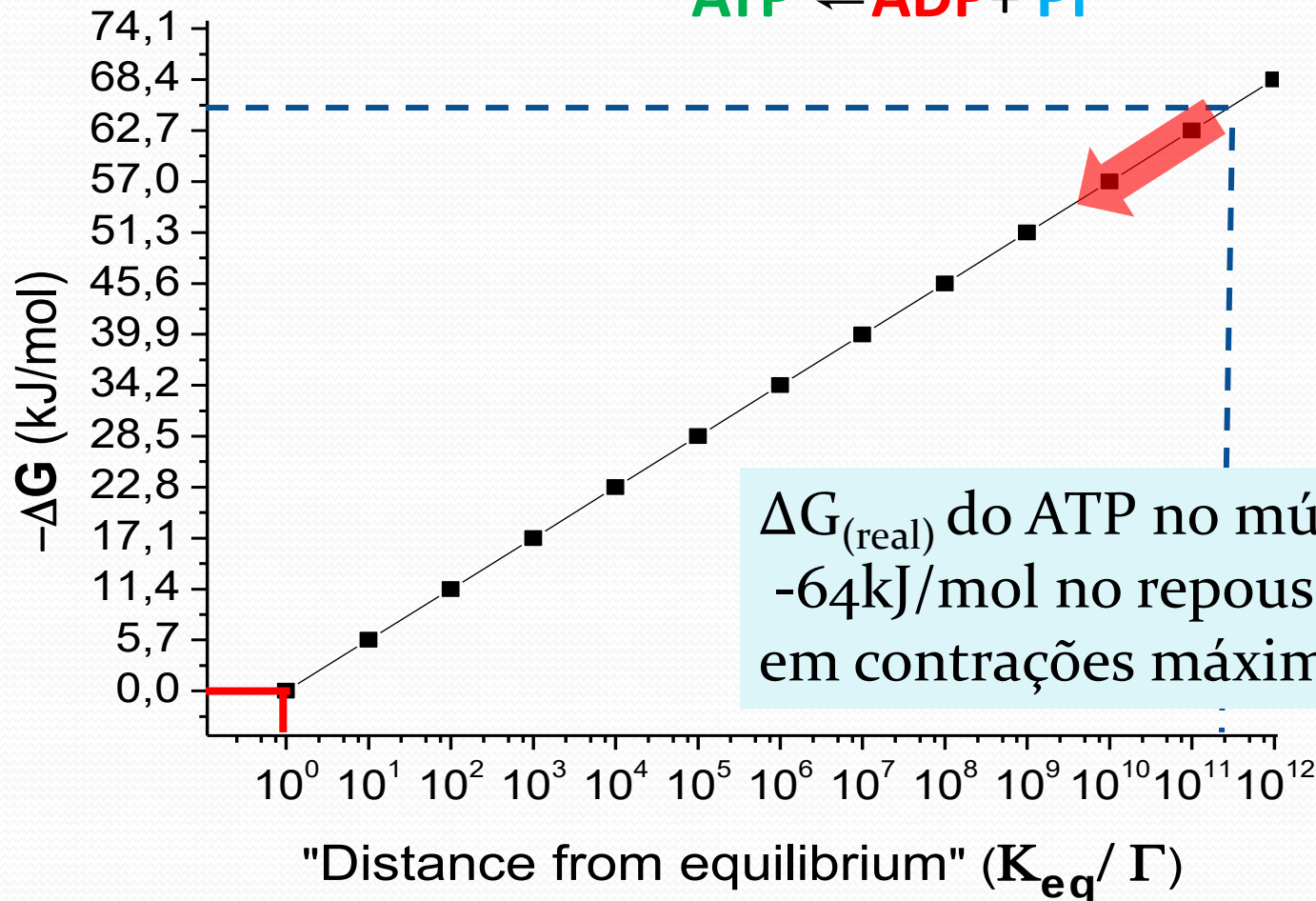
O que será que acontece com os níveis musculares de **ATP, ADP e Pi** durante contrações vigorosas?



Metabólitos musculares ($\mu\text{mol}/\text{kg}^{\text{seco}}$) no repouso no quinto minuto de exercício a $90\%\text{VO}_{2\text{max}}$.

	Repouso	Após Exercício	Δ
ATP	24000	21000	-13%
ADP	84	366	436%
AMP	0,3	6,8	>2000%
Pi	11000	81000	736%

O acúmulo dos produtos da reação tende a reduzir o $\Delta G_{\text{(real)}}$ do ATP



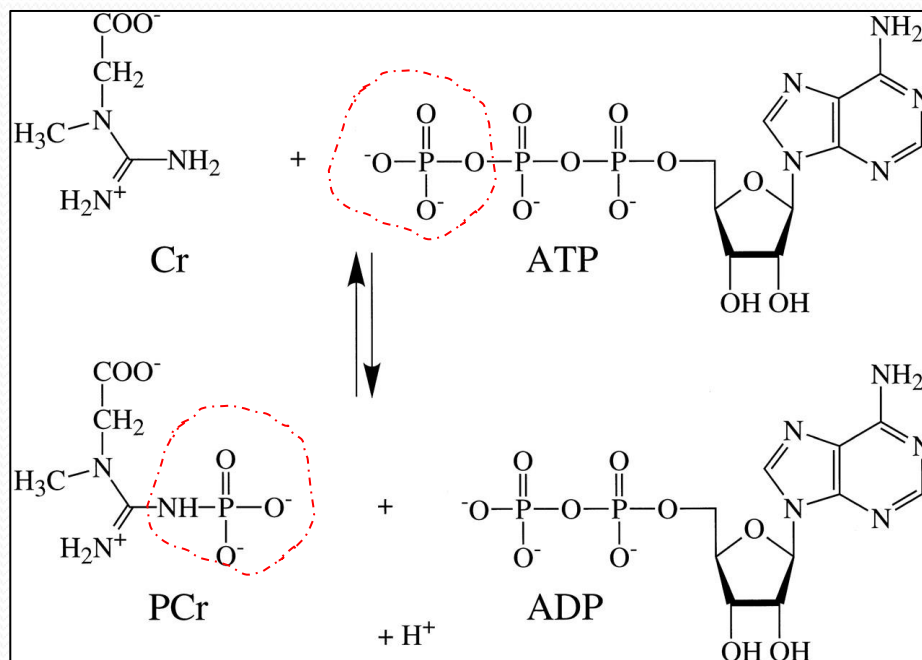
$\Delta G_{\text{(real)}}$ do ATP no músculo:
-64kJ/mol no repouso e -55kJ/mol
em contrações máximas

Que sistema energético (fonte mais imediata) prontamente previne que haja queda da $\Delta G_{\text{(real)}}$ do ATP?



É o Sistema Anaeróbio Imediato

Seu componente mais importante é a reação da creatina quinase (CK) e o substrato creatina fosfato (PCr)



Quantidade de energia disponível a partir do conteúdo de ATP e creatina fosfato

	ATP	PCr
Conteúdo (mmol/kg)	6	28
Máximo utilizável	~20%	~85%
Energia recrutável (J/kg)	66	1310
Contribuição energética relativa	~5%	~95%

CK localiza-se próximo dos sítios de grande produção e utilização de ATP (e.g. mitocôndria e retículo sarcoplasmático)

Outros componentes do sistema anaeróbico imediato

Envolve também:

- Reações que impendem o acúmulo de ADP
- Outras biomoléculas que transferem o grupo fosforil (P_i) ao ADP, por meio de uma única reação, assim, regenerando rapidamente o ATP celular

Outras reações também contribuem para o sistema anaeróbico imediato

a) Adenilato kinase (ou mioquinase)

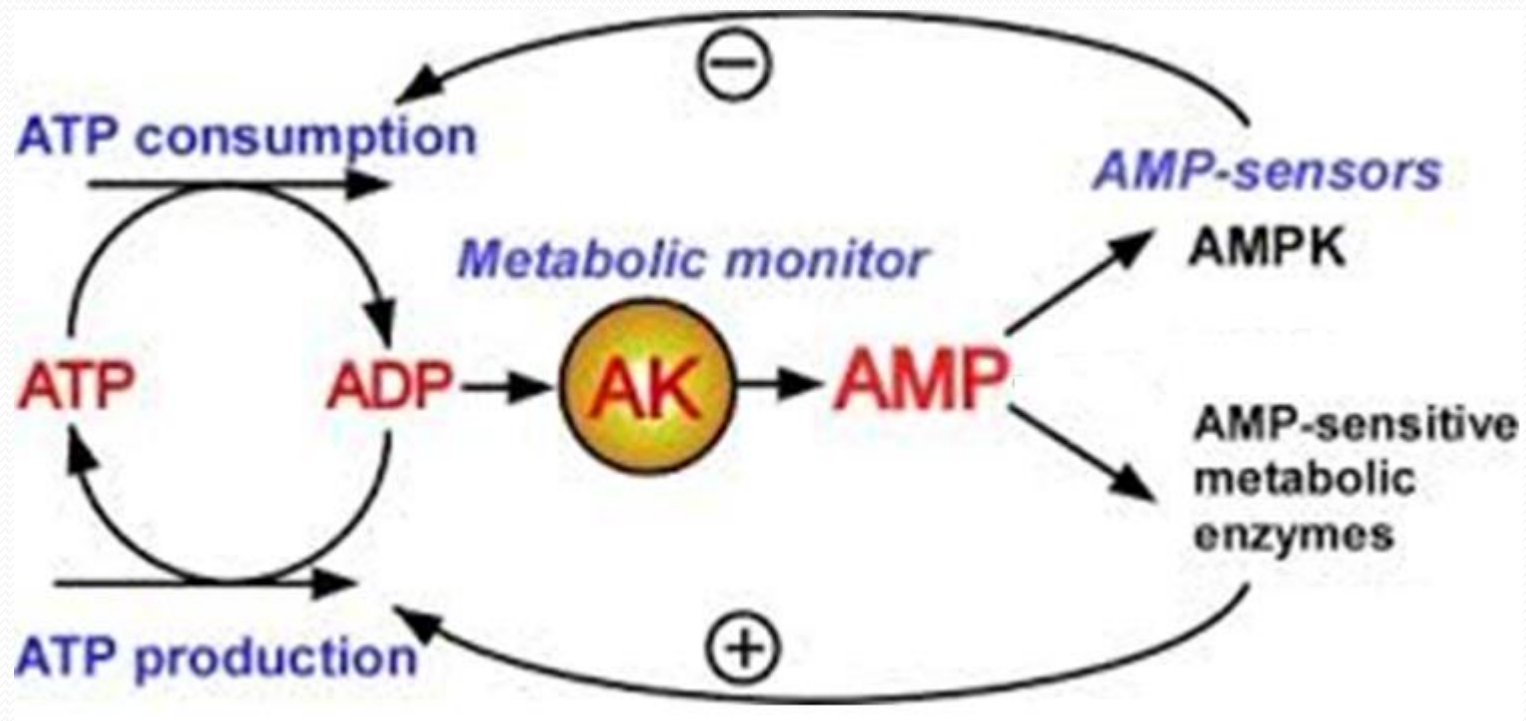


Três funções bioenergéticas

- Atenua o acúmulo de ADP
- Regenera ATP
- Produz o AMP que sinaliza para ativar outras vias metabólicas

Efeitos celulares do aumento da [AMP]

[AMP] reflete os status energético da célula



AMP deaminase contribuí para a função da adenilato kinase

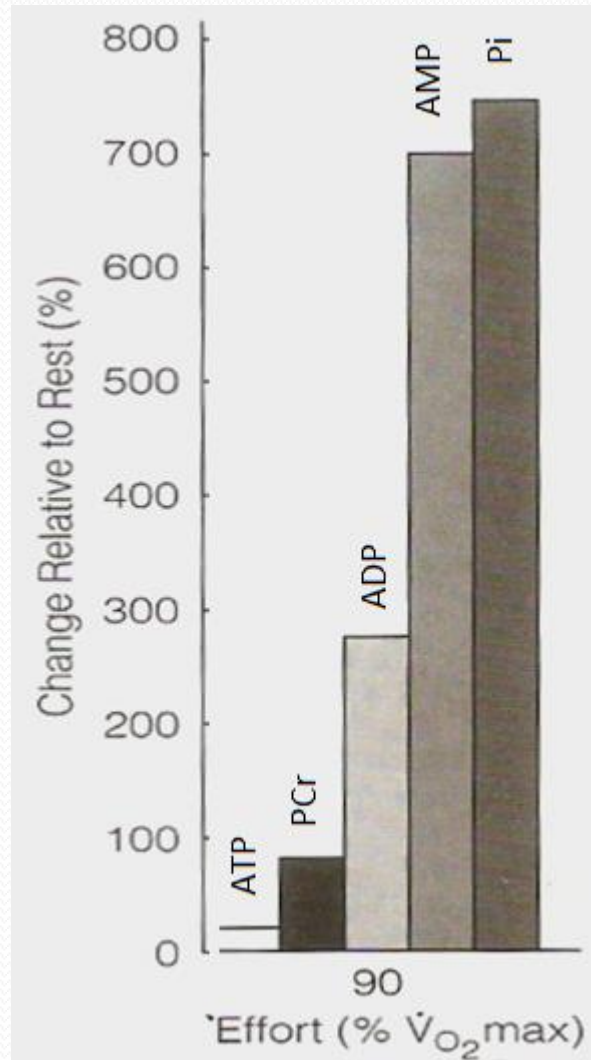
a) Adelinato kinase (ou mioquinase)



b) AMP deaminase



Acúmulo de AMP evidencia a atividade da adelinato kinase no exercício intenso



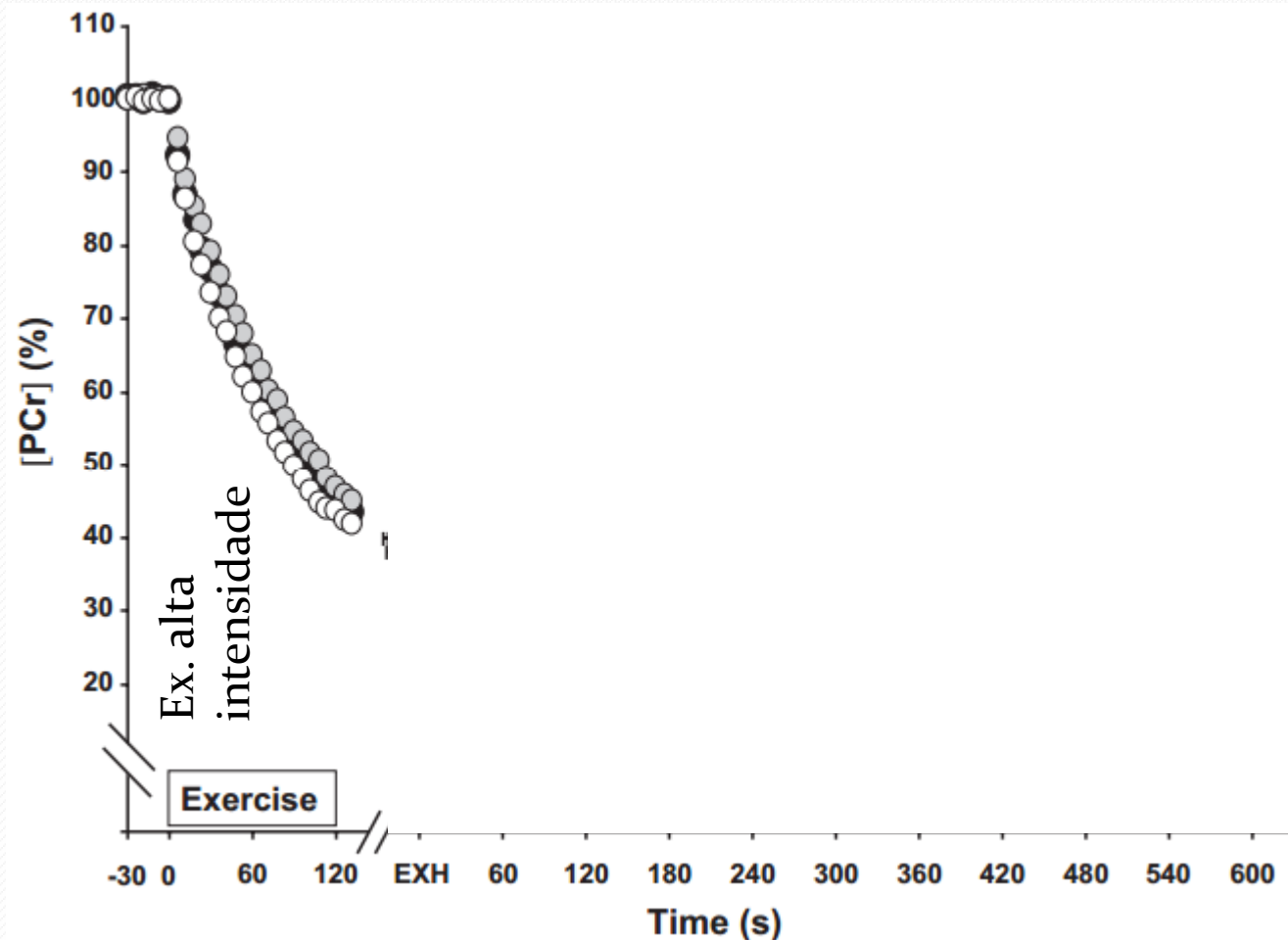
Como explicar o aumento de Pi?

Contração: $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{Pi}$

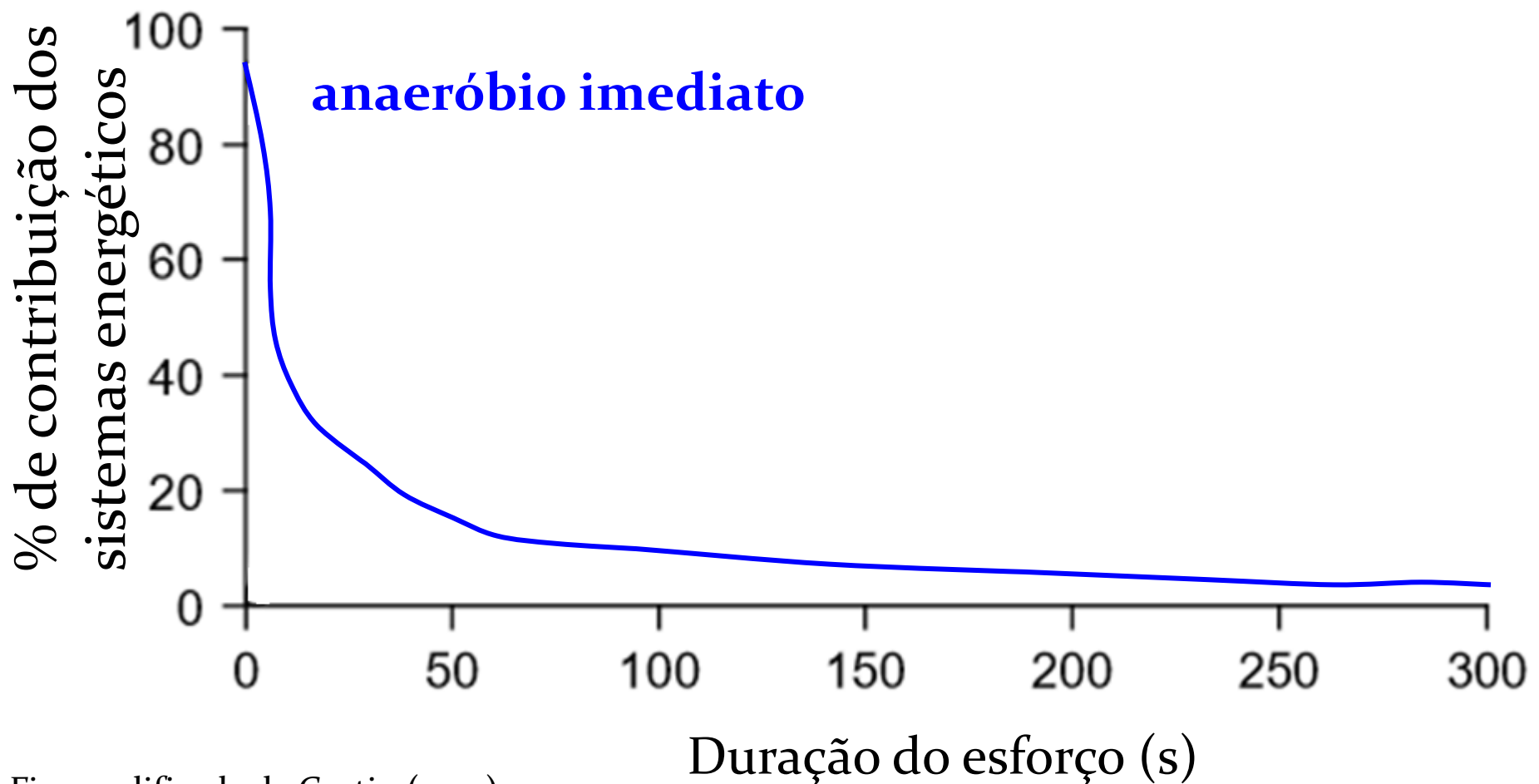
CK: $\text{ADP} + \text{PCr} \rightleftharpoons \text{ATP} + \text{Cr}$

geral: $\text{ATP} + \text{PCr} \rightleftharpoons \text{ATP} + \text{Cr} + \text{Pi}$

Resposta do principal componente do sistema anaeróbio alático ao exercício agudo



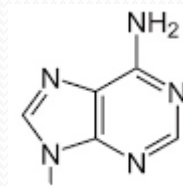
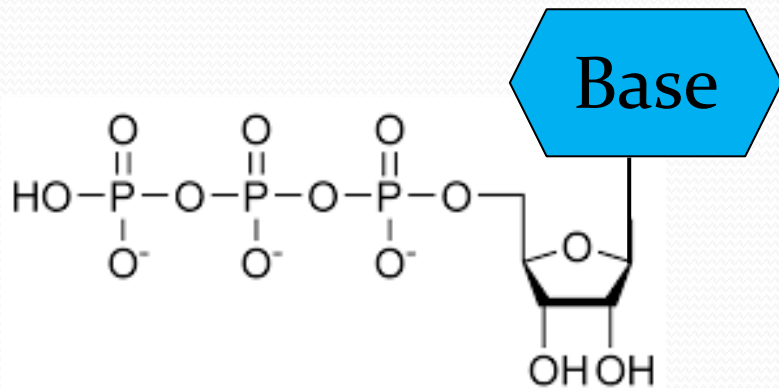
Contribuição do sistema energético anaeróbio imediato em função da duração do exercício máximo (*all-out*)



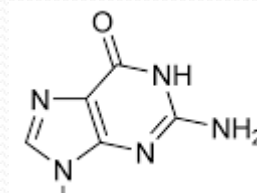
Há outros nucleotídeos fosfatados que podem transferir fosfato ao ADP

Outros nucleotídeos trifosfatados (GTP, UTP e CTP) são energeticamente equivalentes ao ATP e podem fosforilar o ADP para regenerar ATP

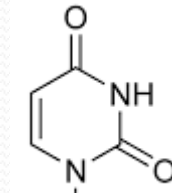
Transforilações por nucleosídeo quinases



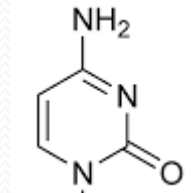
Adenina



Guanina



Uracila



Citosina

Outros nucleotídeos trifosfatos (NTPs) geram pouca contribuição energética

	Concentração celular (μM)	% Total de NTPs	Contribuição máxima em relação a PCr
ATP	3530	80	5%
GTP	470	10	} Não significativa (1-2%)
UTP	370	8	
CTP	92	2	
Total	4460	100	< 7%

Sumário final

- Quando a hidrólise do ATP é acelerada, tende a ocorrer acúmulo de ADP
- O sistema anaeróbico imediato, composto de reações que transferem prontamente um grupo fosforil (P_i) ao ADP, possibilita a regeneração imediata de ATP
 - Previne-se, então, uma eventual queda na $[ATP]$

Outras nomenclaturas este sistema energético

- Anaeróbico alático
- ATP-CP

Referência principal

