



Ist das Laktattraining noch zeitgemäss?

Burkhard Hornig

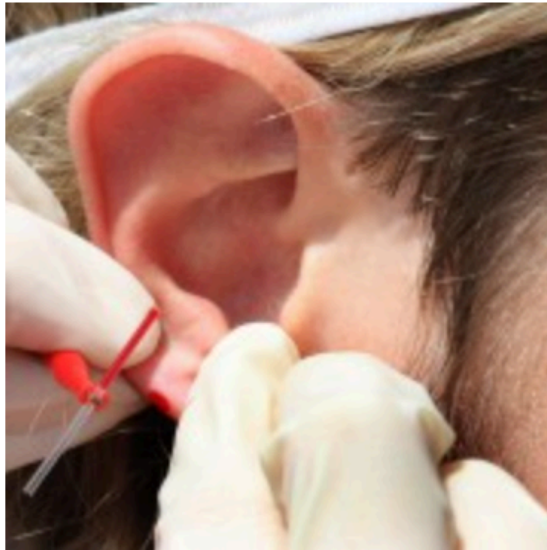
Facharzt FMH für Innere Medizin
und Kardiologie

Herzpraxis Warteckhof, Basel

hornig@warteckhof.ch



Stoffwechsel beim Sport: Der Irrglaube vom schädlichen Laktat



DPA

Laktat macht Muskeln müde und hilft dabei, das Training zu steuern, schallt es durch viele Sportvereine. Alles Quatsch, weiß die Wissenschaft heute. Laktattests bringen kaum etwas. Außerdem stärkt der Milchzucker den Körper - und kann sogar ähnlich wirken wie ein Höhentraining.

Stoffwechsel beim Sport: Der Irrglaube vom schädlichen Laktat ...

www.spiegel.de/.../stoffwechsel-beim-sport-der-irrglaube-vom-schaedlichen-laktat-thr... ▼

08.06.2013 - 9 Beiträge - 8 Autoren

Anerk, wenn die Puste ausgeht, dann können die Muskelzellen Laktat ins Blut ab, welches in der Leber

Lactate: A Preferred Fuel for Human Brain Metabolism *in Vivo*

[Diarmuid Smith](#), [Andrew Pernet](#), [William A. Hallett](#), more...

First Published June 1, 2003 | Research Article

Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism



5.081 Impact Factor

[Home](#) | [Browse](#) | [Submit Paper](#) | [About](#) | [Subscribe](#)

Lactate: A Preferred Fuel for Human Brain Metabolism *in Vivo*

[Diarmuid Smith](#), [Andrew Pernet](#), [William A. Hallett](#), more...

[Show all authors](#) ▾

First Published June 1, 2003 | Research Article

Vol 23, Issue 6, 2003

[J Physiol.](#) 2001 Oct 1; 536(Pt 1): 161–166.
doi: [10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00161.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00161.x)

PMCID: [PMC2278832](#)

PMID: [11579166](#)

Protective effects of lactic acid on force production in rat skeletal muscle

[Ole B Nielsen](#), [Frank de Paoli](#), and [Kristian Overgaard](#)

It is concluded that acidification counteracts the depressing effects of elevated $[K^+]_o$ on muscle excitability and force. Since intense exercise is associated with increased $[K^+]_o$, this indicates that, in contrast to the often suggested role for acidosis as a cause of muscle fatigue, acidosis may protect against fatigue. Moreover, it suggests that elevated $[K^+]_o$ is of less importance for fatigue than indicated by previous studies on isolated muscles.

Laktattraining: Agenda

- Was ist Laktattraining?
- Wie wird Energie generiert?
- Wann entsteht Laktat?
- Was ist das Ziel von Laktattraining?
- Beispiele
- Vorteile von Laktattraining
- Schlussfolgerung

Definition Laktattraining

Training mit einer Intensität (Geschwindigkeit; Leistung), die so gewählt ist, dass sie im Bereich der aerob-/anaeroben Schwelle liegt. Oberhalb dieser Schwelle nimmt die Laktatproduktion überproportional zu

Bei Untrainierten liegt diese Intensität bei ca. 50 – 60 % der VO₂max (ca. 55-65%HFmax)

Bei trainierten Athleten liegt die Intensität bei ca. 75-85 % der VO₂max (ca. 80-90%Hfmax; 90-105% FTP)

Wie wird Energie generiert?

We Burn Food

ADP
+ P_i

CO₂

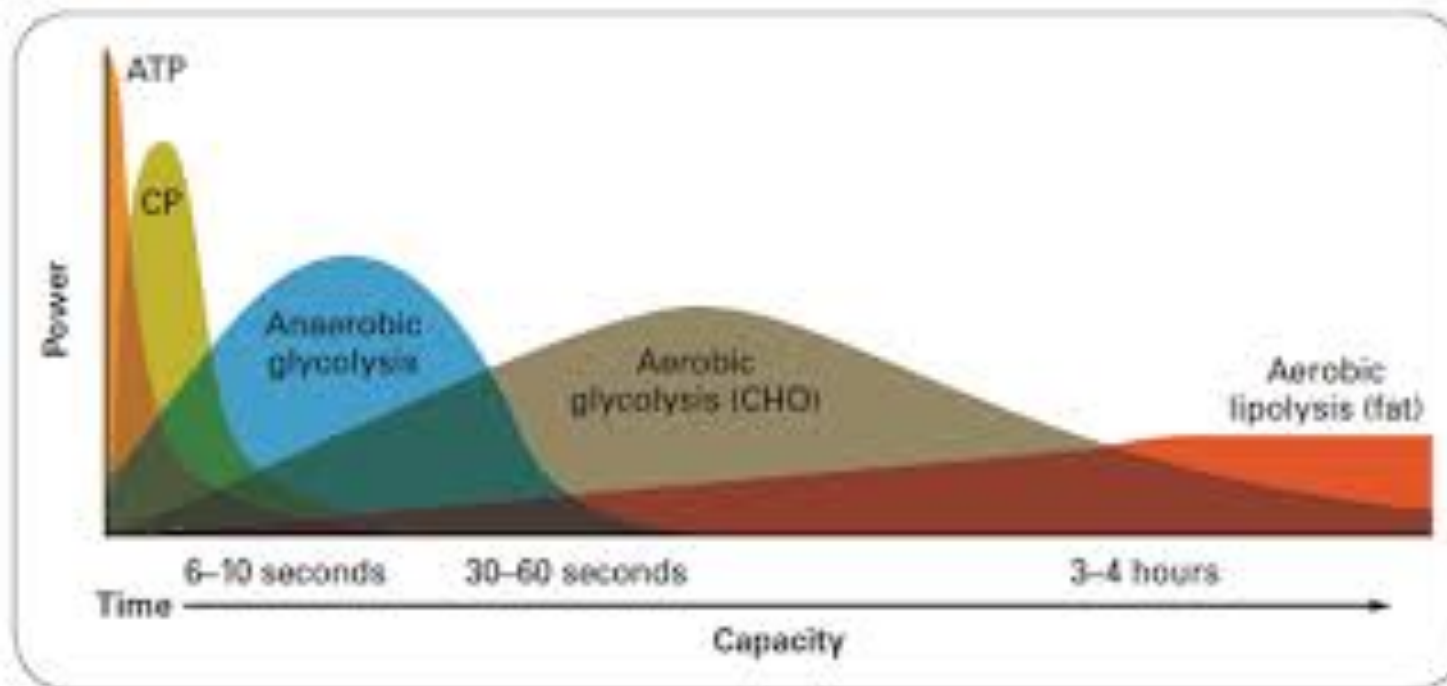
ATP

H₂O

BREATHING COACHES, MALE PATIENTS, NEWSCA LODGE SANATORIUM.

„ATP is the currency of energy within the body“

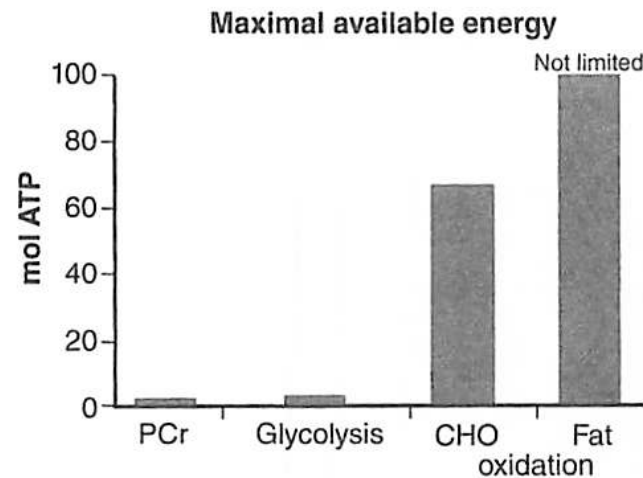
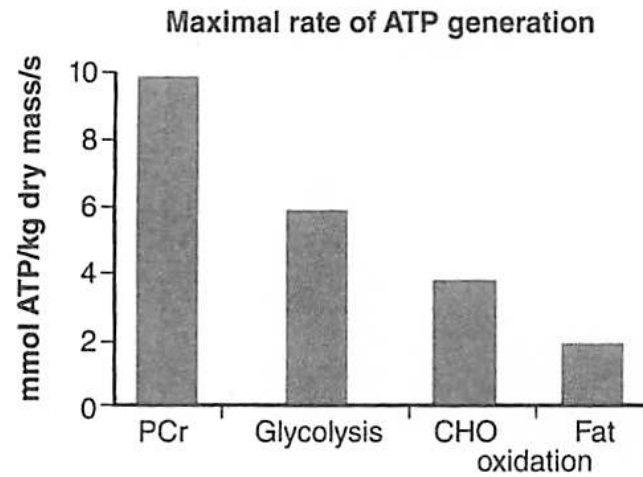
Mechanismen der Energiebereitstellung in Relation zur Belastungsdauer



Ziel: ATP bereitzustellen

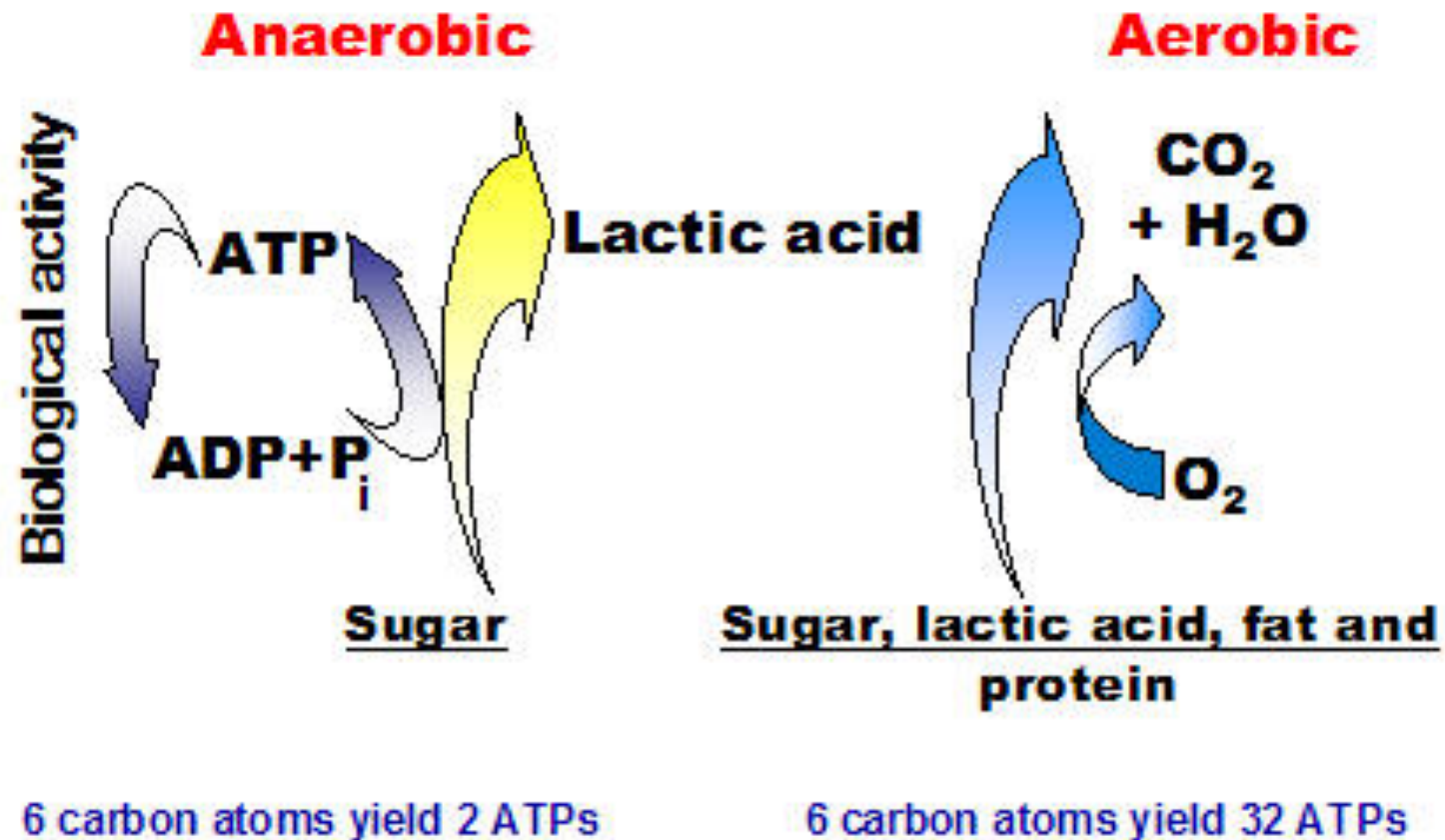
- 1.) ATP-Phosphokreatinine-System (Sekunden)
- 2.) Anaerobe Glykolyse (Minuten)
- 3.) Aerober Metabolismus (Glykolyse/Lipolyse; Stunden)

Effizienz und Quelle der Energieproduktion in Abhängigkeit vom ATP-produzierendem System



Wann entsteht Laktat?

Energy and Work



Was ist das Ziel von Training?

Verbesserung der Leistungsfähigkeit

Gezieltes „Ansprechen“ = Trainieren der verschiedenen Systeme der Energiegewinnung in der Muskulatur

Induktion von Anpassungsvorgängen (Muskel, Gefäße, Nervensystem)

Was ist das Ziel von Laktat-Training?

- Erhöhung der Laktatschwelle und Laktattoleranz
- Möglichst hohe Leistung unter aerober Energiegewinnung
- Aufsparen der zeitlich und als absolute Menge limitierten Energie aus *anaerober* Glycolyse für Wettkampf entscheidende Situationen
- Induktion von Anpassungsvorgängen (Muskel, Gefäße, Nervensystem)

Aerobe Glycolyse: 10km



Aerobe Glycolyse: Marathon



Aerobe Glycolyse: CLM ind. Rio



Aerobe Glycolyse: Belgischer Kreisel



Aerobe Glycolyse: Belgischer Kreisel

Nur mit belgischer Diät !



Anaerobe Glycolyse: Endspurt



Anaerobe Glycolyse: Rennentscheidende Situation

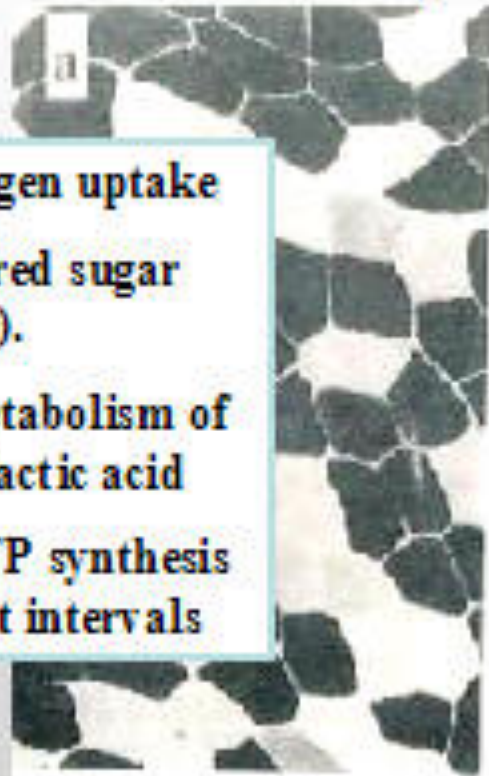


Anaerobe Glycolyse: Ausreissversuch/Attacke

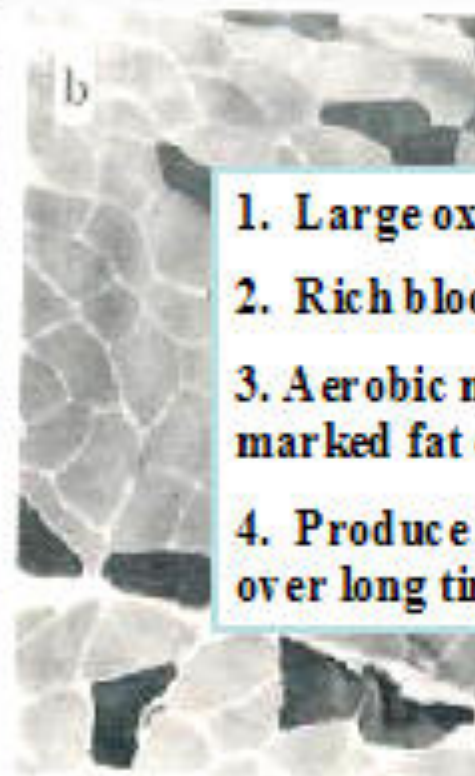


Ultrastrukturelle Anpassungen der Skelettmuskulatur an Trainingstyp

Dark fibers = quick anaerobic fibers



1. Little oxygen uptake
2. Much stored sugar (glycogen).
3. Rapid metabolism of sugar to lactic acid
4. Rapid ATP synthesis over short intervals



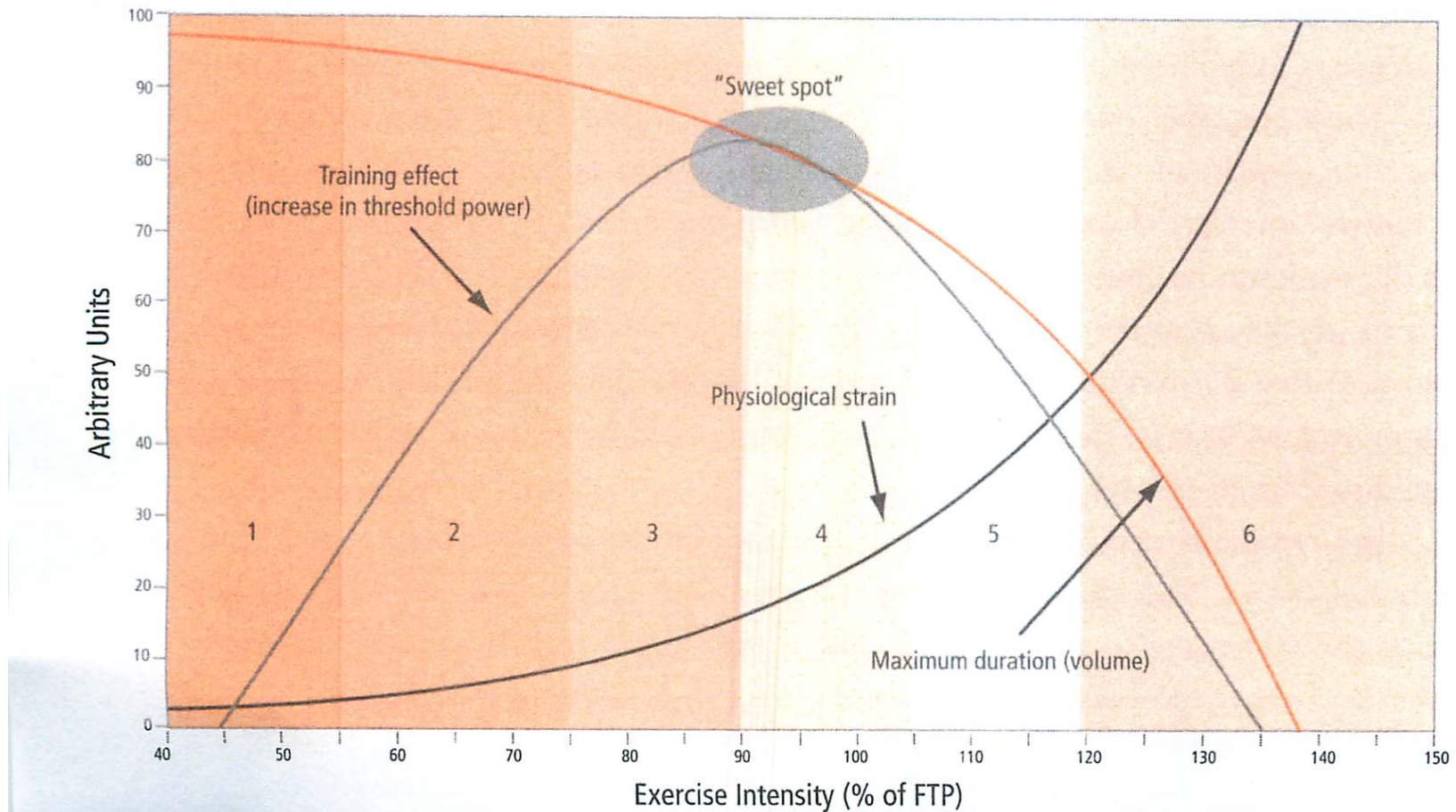
1. Large oxygen uptake.
2. Rich blood supply.
3. Aerobic metabolism; marked fat oxidation.
4. Produce much ATP over long time intervals.

High jumper

Marathon runner

Vorteil von Laktattraining

FIGURE 5.2 The "Sweet Spot," 88–94% Functional Threshold Power



Vorteil von Laktattraining

- Trainingseffekt (= Absolute Zunahme der Schwellenleistung) im Vgl. zu anderen Trainingsformen ist maximal
- => „sweet spot training“
- Trainingsdauer kürzer als mit niedrig intensivem, sehr lang andauernden Training
- Mehr Zeit für Erholung
- Risiko für Übertraining kleiner als mit Hochintensivem Training

Beispiel für Laktattraining: Laufsport 1

5 km	10 km	km/h - ANS	Tempo 400 m	Tempo 800 m	Tempo 1000 m
0:28:50	1:00:45	9.4 km/h	2:33	5:06	6:22
0:28:30	1:00:02	9.5 km/h	2:31	5:02	6:18
0:28:10	0:59:20	9.6 km/h	2:29	4:59	6:14
0:27:50	0:58:38	9.8 km/h	2:28	4:55	6:09
0:27:30	0:57:56	9.9 km/h	2:26	4:52	6:05
0:27:10	0:57:14	10.0 km/h	2:24	4:48	6:00
0:26:50	0:56:32	10.1 km/h	2:22	4:45	5:56
0:26:30	0:55:50	10.2 km/h	2:21	4:41	5:51
0:26:10	0:55:08	10.4 km/h	2:19	4:38	5:47
0:25:50	0:54:25	10.5 km/h	2:17	4:34	5:43

Beispiel für Laktattraining: Laufsport 2

5 km	10 km	km/h - ANS	Tempo 400 m	Tempo 800 m	Tempo 1000 m
0:18:50	0:39:41	14.4 km/h	1:40	3:20	4:10
0:18:30	0:38:58	14.7 km/h	1:38	3:16	4:05
0:18:10	0:38:16	14.9 km/h	1:36	3:13	4:01
0:17:50	0:37:34	15.2 km/h	1:35	3:09	3:57
0:17:30	0:36:52	15.5 km/h	1:33	3:06	3:52
0:17:10	0:36:10	15.8 km/h	1:31	3:02	3:48
0:16:50	0:35:28	16.1 km/h	1:29	2:59	3:43
0:16:30	0:34:46	16.4 km/h	1:28	2:55	3:39
0:16:10	0:34:04	16.8 km/h	1:26	2:52	3:34
0:15:50	0:33:21	17.1 km/h	1:24	2:48	3:30
0:15:30	0:32:39	17.5 km/h	1:22	2:44	3:26

Fahrer mit FTP 250Watt

WORKOUT		Level 4, Sub-Threshold		
	Time	Description	% of FTP	Watt
Warm-up	15 min.	Easy riding	<68	<170W
	5 min.	All-out effort	100	250W
Main set	2 × 20 min. (15 min. RI)	Sub-threshold with high cadence	88–94	220-235W
	8–10 × 1 min. (2 min. RI)	Fast pedaling, +105 rpm	85–95	210-235W
Cooldown	15 min.	Easy riding	<55	<135W

Schlussfolgerung

- Laktattraining (LT) ist zeitgemäss
- LT ist zeiteffizient
- Muss in Bezug auf Intensität und Dauer der Belastung präzise und in Abhängigkeit von der aktuellen, individuellen Leistungsfähigkeit gesteuert werden
- Ausdauersportler (Radsport, Langstreckenlauf, Skilanglauf) profitieren

Laktattraining: keine Hexerei!



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

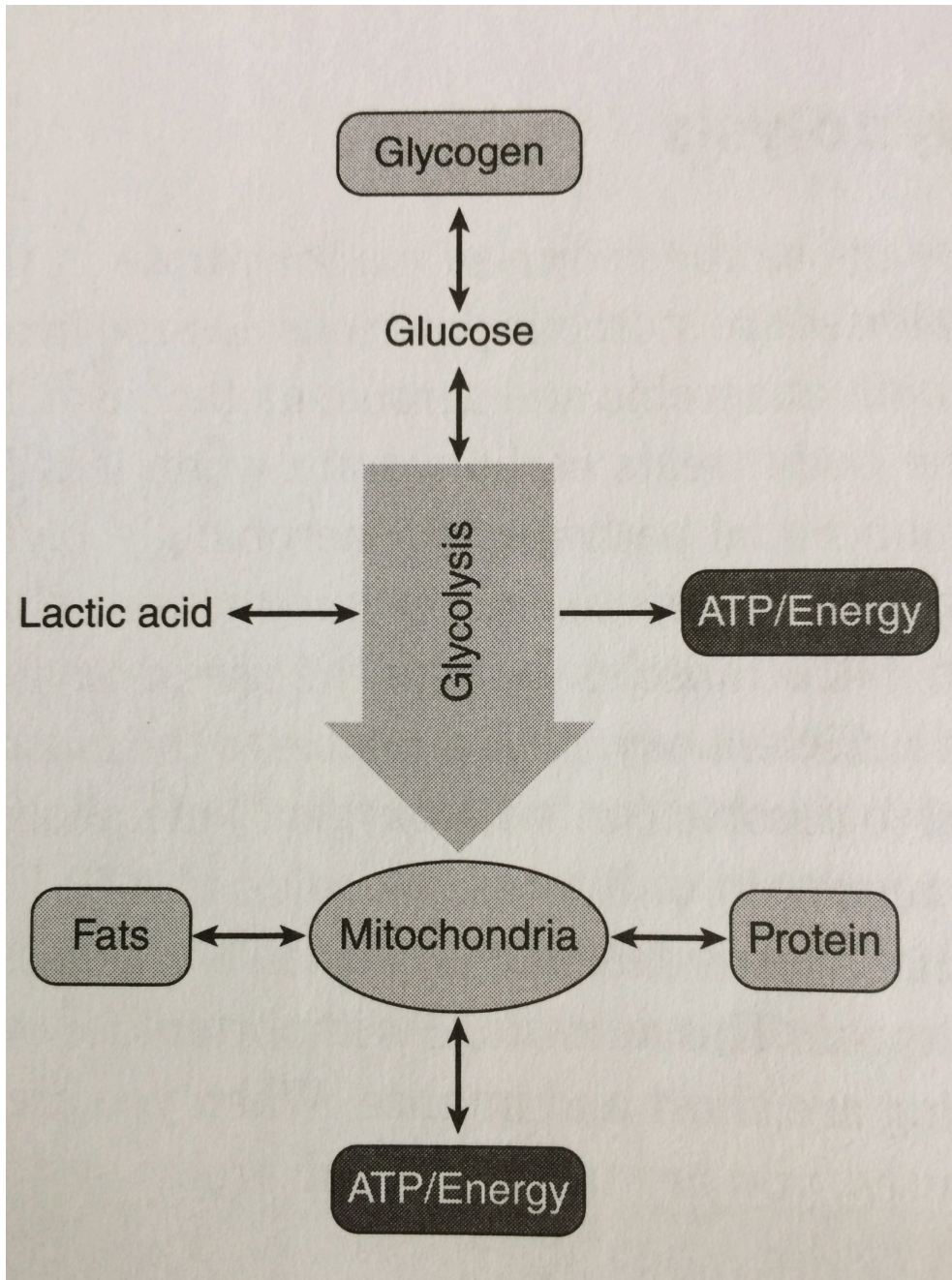


Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause?

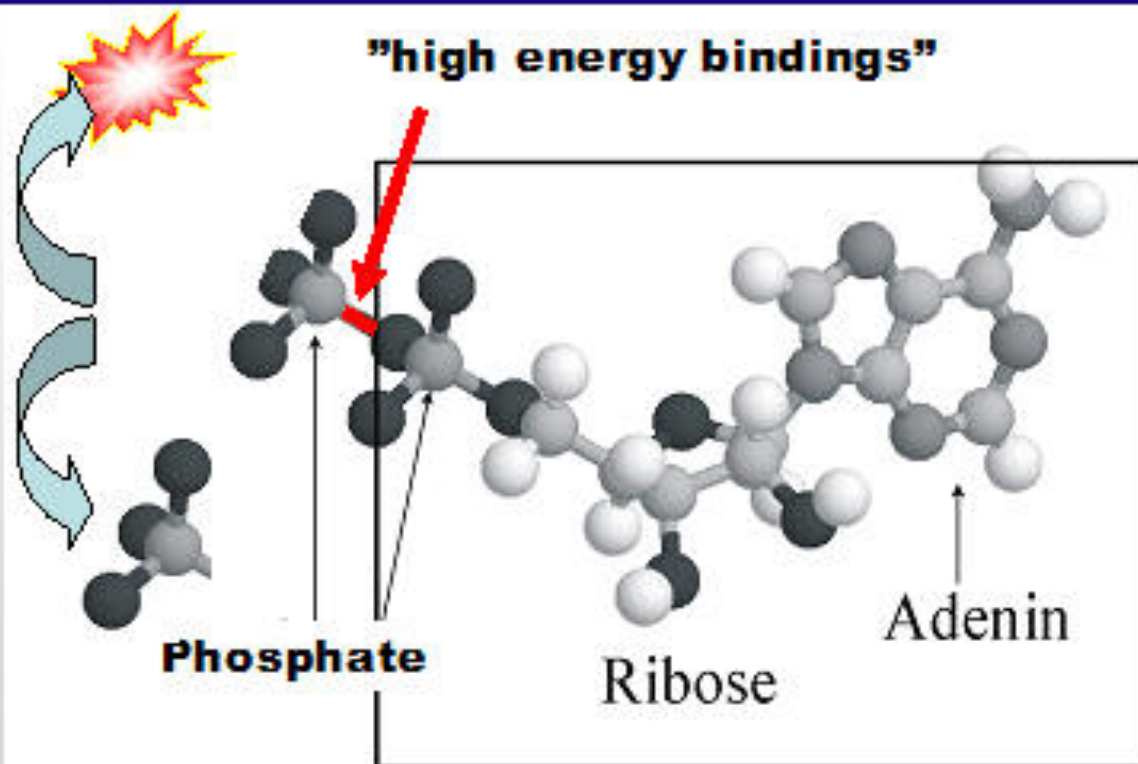
Håkan Westerblad,¹ David G. Allen,² and Jan Lännergren¹

¹Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institutet, SE-171 77 Stockholm, Sweden; and ²Department of Physiology and Institute of Biomedical Research, University of Sydney F13, New South Wales 2006, Australia

Intracellular acidosis due mainly to lactic acid accumulation has been regarded as the most important cause of skeletal muscle fatigue. Recent studies on mammalian muscle, however, show little direct effect of acidosis on muscle function at physiological temperatures. Instead, inorganic phosphate, which increases during fatigue due to breakdown of creatine phosphate, appears to be a major cause of muscle fatigue.



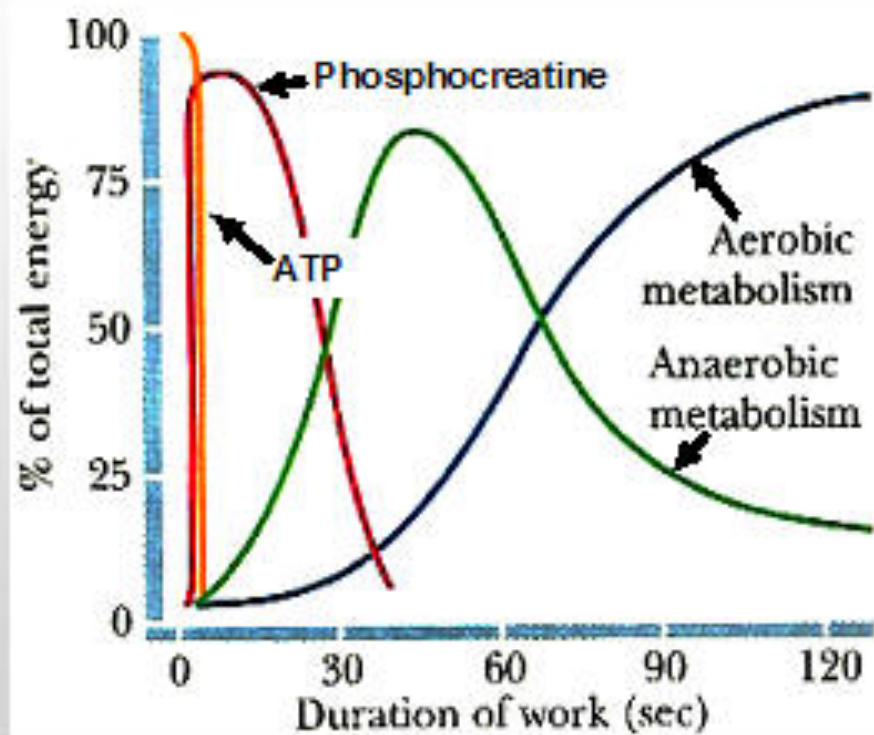
Adenosine triphosphate or "ATP"



The Rate of Synthesis of ATP Varies According to Substrate

Substrate	Product	Relative Rate
Phosphocreatine	ATP + creatine	100
Stored sugar and blood sugar	ATP + lactic acid	55
Stored sugar and blood sugar	ATP + CO₂	23
Fat	ATP + CO₂	10

Energy Sources in Working Muscles





Creatine, an Energy Supplement?

**Content: 1000 g Creatine
Monohydrate**

Taste: Neutral

...creatine of highest quality.

**...supplement with creatine can result in
explosive muscle contraction, better
duration and more intensity with less
tiredness while training...**



Increased creatine intake leads to increased urinary creatine!
A 90-fold increase has been reported. Creatine
supplementation results in "very expensive urine".

TABLE 3.1 Power-Based Training Levels

Level	Description	% of FTP*	% of FTHR*	RPE**	Typical Duration of Continuous Ride	Typical Duration of Interval Effort
1	Active Recovery	<55	<68	<2	30–90 min.	N/A
2	Endurance	56–75	69–83	2–3	60–300 min.	N/A
3	Tempo	76–90	84–94	3–4	60–180 min.	N/A
4	Lactate Threshold	91–105	95–105	4–5	N/A	8–30 min.
5	VO ₂ max	106–120	>106	6–7	N/A	3–8 min.
6	Anaerobic Capacity	121–150	N/A	>7	N/A	30 sec.–3 min.
7	Neuromuscular Power	N/A	N/A	Maximal	N/A	<30 sec.

*Percentage of average power and average HR are at functional threshold.

**RPE uses 10-point Borg Scale (see Table 3.3).

TABLE 5.1 Risk Factors for NFOR and OTS

Type of stress	Risk factors
Work and home life stress	Sleeping pattern changes Major changes at home Increased work responsibilities or travel
Underlying medical issues	Seasonal allergies Illness Crashes or injuries Medical conditions or predispositions Inadequate or improper nutrition
Extreme or unusual training stress	Excessive expectations compared with realistic progression Sudden jump in intensity, duration, or both Lack of, or inadequate, recovery in program Monotonous training routine Too much high-intensity effort

WORKOUT**Level 4, Sub-Threshold**

	Time	Description	% of FTP	% of FTHR
Warm-up	15 min.	Easy riding	<68	<70
Main set	5 min.	All-out effort	100	>106
	2 × 20 min. (15 min. RI)	Sub-threshold with high cadence	88–94	95–98
	8–10 × 1 min. (2 min. RI)	Fast pedaling, +105 rpm	85–95	90–98
Cooldown	15 min.	Easy riding	<55	<68