

# Důsledky a důvody pocení při fyzické aktivitě

Pro pochopení základů této problematiky je potřeba si připomenout význam a princip syntézy ATP při fyzické aktivitě.

ATP je pro samotný pohyb, potažmo svalovou kontrakci naprosto esenciální. Jeho svalová zásoba je malá. Svalová spotřeba je však relativně vysoká, a proto si ho tělo musí syntetizovat. K tomu používá tři systémy:

- Kreatinfosfátový
- Glykolýzu
- Oxidativní fosforylaci

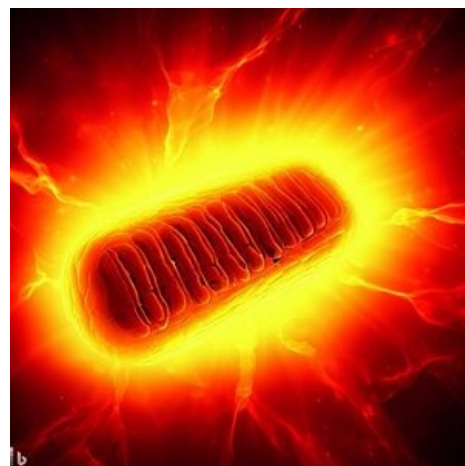
**Pozn.** Při sprintu můžeme spotřebovat skoro 4 mmol ATP.kg<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>, čímž pokryjí svalové zásoby max. 2 vteřiny běhu. Při běhu na úrovni 75 % VO<sub>2</sub>max stačí samotné svalové ATP na asi 15 s běhu<sup>[1]</sup>.

## Syntéza ATP, vznik tepla a pocení jsou vzájemně propojené

Výroba ATP (zejména skrze oxidativní fosforylaci) není v těle zase až tak efektivní, jak by se na první pohled mohlo zdát. Je spojena s generováním tepla jako vedlejšího produktu. Nedávné výzkumy však prokázaly, že pokud by teplo nevznikalo, pak by nevznikalo ani samotné ATP<sup>[2]</sup>.

Zarážející je však fakt, uváděný některými literárními zdroji, že lidské tělo spálí živiny, aby získalo energii, čítající až 70 % tepla a jen asi 30 % ATP. Tento poměr se může měnit, ale má určitá minima a maxima, která svalová buňka nepřekročí<sup>[3]</sup>. Reálně jen asi 15-30 % živin slouží pro svalovou kontrakci, zbytek se vyzáří jako teplo.

Při výkonu na 70 % VO<sub>2</sub> max se vyprodukuje za hodinu asi 3 000 kJ tepla. Kdybychom se neuměli potit, pak by teplota tělesného jádra stoupla zhruba o 0,8 °C za 10 minut. Tedy po půlhodinovém běhu bychom se v tělesném středu dostali na skoro 40 °C. Naštěstí se ale potíme, a to nám umožňuje termoregulaci během dlouhodobé aktivity. Teplota tělesného jádra se u lidí drží mezi 36,5-39 °C. Vyšší teplota (od 39,5 °C) vede k rozvoji významné centrální únavy<sup>[4]</sup>, a mozek, aby se nepřehřál, vypíná pohybový aparát a náš dobrý výkon tím končí. Přestože litr potu z těla odvede teplo o hodnotě 2 400 kJ, někdy to zkrátka neuchladíme. To často sledujeme při extrémních vedrech nebo při letních ultramaratonech, kde je problémem i samotná dehydratace (viz např. MarathonLab IKEM (<https://www.ikem.cz/cs/marathonlab-ikem-amatersti-bezci-mohou-riskovat-sve-z-dravi/a-3739/>)).



Vznik tepla při mitochondriální syntéze ATP je nevyhnutelný a nutný.

„Ztráty vody v důsledku nadměrného pocení však také snižují fyzickou výkonnost, která je patrná již při 1% úbytku tělesných tekutin. Dosáhne-li tento úbytek 5 %, fyzická výkonnost se zhoršuje až o 30 %! Z praktického pohledu jsou akceptovatelné ztráty vody do 2 % tělesné hmotnosti.“ Vítek L., Zásady pitného režimu ve sportu ([https://www.sportvitalpro.cz/wp-content/uploads/2022/05/nordig\\_2021\\_pitny\\_rezim.pdf](https://www.sportvitalpro.cz/wp-content/uploads/2022/05/nordig_2021_pitny_rezim.pdf)), Časopis Nordic, 2021.

Některé zdroje říkají, že v horku vypotíme při sportu až 4 l vody za hodinu. Střízlivější odhady však počítají s 0,7-2,5 l/hodinu<sup>[5]</sup>. Přestože je pot hypotonický – jeho koncentrace je nižší než je koncentrace vnitřního prostředí – můžeme za hodinu vypotit 0,4-2,3 g sodného iontu (průměrný pot má koncentraci Na<sup>+</sup> 0,76 g/l), ale jen asi 0,04 g vápenatého a 0,01 g hořečnatého iontu. Dle těchto údajů si snadno dopočítáme, že nám sodík bude při delším fyzickém výkonu dramaticky ubývat, pokud budeme na trati pít jen samotnou vodu. Maratonec by tedy měl doplňovat i sodík alespoň obyčejnou kuchyňskou solí na občerstvovačkách. Toto tvrzení podporuje i většina empirických důkazů: Ztráty sodíku mohou způsobit rozvrat minerální rovnováhy, což má i velký význam v nervosvalovém přenosu, již zmíněném nástupu křečí, samozřejmě i v optimální práci svalů a v rozvoji únavy<sup>[6]</sup>.

Fyziologické ztráty vody za den:	
močí	cca 1400 ml
vlastním pocením	cca 650 ml
odpařováním kůže	cca 500 ml
vydechaným vzduchem	cca 300 ml
stolicí	cca 100 ml

Všimněte si, až poběžíte závod, že řada lidí užívá při běhu na křeče hořčík, který musí být ve svalectech ve správném poměru s vápníkem. Dle předchozí bilance ztrát minerálů (jen 10 mg hořčíku za hodinu) lze ale říct, že doplnění hořčíku ([https://www.ais.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/1000414/36182\\_Supplements-fact-sheets\\_Magnesium-v3.pdf](https://www.ais.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/1000414/36182_Supplements-fact-sheets_Magnesium-v3.pdf)) nemusí nutně patřit mezi naše závodní priority. Hořčík má navíc tlumivé účinky, proto se jako doplněk doporučuje až po odvedení výkonu, aby se sportovec necítil ještě o to víc unavený.

Při maratónu můžeme při střízlivém odhadu vypotit 5 l tekutin a ztratit 15 g chloridu sodného (solí, NaCl), přitom jen pro udržení bazálního metabolismu za běžného nesportovního provozu bychom měli přijmout denně 5 g kuchyňské soli (obsahuje hlavně NaCl, pak další ionty, ovšem pouze ve stopovém množství). Znamená to tedy, že sportovec může (měl by) mít denní příjem soli vyšší než jeho nesportující kolega. Mysleme však na to, že jen stravou přijmeme denně minimálně 4 g soli, nicméně český průměr příjmu sodíku přesahuje trojnásobek doporučené denní dávky. Ročně sníme asi 6 kg soli, přitom by nám stačila třetina. Doporučení hezky popisuje např. Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje (<https://www.khsova.cz/obcanum/detail/11985>).

1. HARGREAVES, Mark a Lawrence L. SPRIET. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*. 2020, roč. 9, vol. 2, s. 817-828, ISSN 2522-5812. DOI: 10.1038/s42255-020-0251-4 (<http://dx.doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>).
2. LANE, Nick. Hot mitochondria?. *PLOS Biology*. 2018, roč. 1, vol. 16, s. e2005113, ISSN 1545-7885. DOI: 10.1371/journal.pbio.2005113 (<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.2005113>).
3. BRAND, Martin D., Lee-Feng CHIEN a Edward K. AINSCOW. The causes and functions of mitochondrial proton leak. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*. 1994, roč. 2, vol. 1187, s. 132-139, ISSN 0005-2728. DOI: 10.1016/0005-2728(94)90099-x ([http://dx.doi.org/10.1016/0005-2728\(94\)90099-x](http://dx.doi.org/10.1016/0005-2728(94)90099-x)).
4. SUMOWSKI, James F. a Victoria M. LEAVITT. Body Temperature Is Elevated and Linked to Fatigue in Relapsing-Remitting Multiple Sclerosis, Even Without Heat Exposure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014, roč. 7, vol. 95, s. 1298-1302, ISSN 0003-9993. DOI: 10.1016/j.apmr.2014.02.004 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.02.004>).
5. GISOLFI, Carl V. *Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations. Washington (DC) : Water Requirements During Exercise in the Heat* [online] . 1. vydání. Washington : National Academies Press (US), 1993. Kapitola 5

Water Requirements During Exercise in the Heat. Dostupné také z  
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK236237/>>.

6. VENIAMAKIS, Eleftherios, Georgios KAPLANIS a Panagiotis VOULGARIS. Effects of Sodium Intake on Health and Performance in Endurance and Ultra-Endurance Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, roč. 6, vol. 19, s. 3651, ISSN 1660-4601. DOI: 10.3390/ijerph19063651 (<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19063651>).