

Metabolický význam svalů a sport u diabetika

Š. Svačina

III. interní klinika 1. lékařské fakulty UK a VFN, Praha, přednosta prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc., MBA

Souhrn: Sval je klíčovým orgánem v patogenezi diabetu a pravděpodobně se stane i významným cílem farmakoterapie diabetu. Sport u diabetika má významné efekty kardiovaskulární a menší efekty metabolické. Fyzická aktivita je u diabetika někdy spojena s rizikem hypo- i hyperglykemie. Vypracována jsou schémata pro dávkování inzulínu i glycidů při sportu. Nejvýznamnější však zůstává individuální selfmonitoring diabetika a úprava léčby při sportu.

Klíčová slova: inzulinoterapie při sportu – dietoterapie při sportu – efekty sportu u diabetika – budoucnost farmakoterapie diabetu – léky působící na sval u diabetika

Metabolic importance of muscles and the role of sports in diabetic patients

Summary: Muscle is a very important tissue in pathogenesis of diabetes and its complications. In future muscle will become a target of novel pharmacotherapy of diabetes. Sport in diabetes has important cardiovascular effects and limited metabolic effects. Physical activity in diabetes can induce hypo- and hyperglycaemia. Dosing scheme for insulin and diet was published for sporting in diabetes. Most important is individual selfmonitoring and adjustment of therapy during sporting activities.

Key words: insulin therapy during sporting – diet therapy during sporting – effect of sport in diabetes – future of diabetes pharmacotherapy – future drugs influencing muscle in diabetes

Úvod

Mezi orgány významné v patogenezi diabetu a nebo ohrožené komplikacemi diabetu patřily vždy pankreas, játra, tuková tkáň, mozek, oko, ledviny, nervy, srdce, cévy a mozek. Sval byl historicky zmiňován málo. Pouze Reavenem byl jeho význam zdůrazněn hned v první definici metabolického syndromu [9]. Dnes je význam svalů a pohybu znám v prevenci a patogenezi diabetu. Sval je také možným cílem farmakoterapie diabetu. Významná je problematika léčby fyzickou aktivitou a provozování sportu u diabetika. Z orgánu opomíjeného se možná stává orgán nejvýznamnější pro budoucnost diabetologie.

Fyzická aktivita a prevence diabetes mellitus 2. typu

Význam fyzické aktivity pro prevenci diabetes mellitus 2. typu (DM2T) ukázala řada studií – např. čínská studie DA QUING či americká HPS [8]. Ri-

ziko diabetu klesá při pohybu o desítky procent. Podobně kvantifikované riziko v tzv. DM2T risk score [8] je více ovlivněno fyzickou aktivitou než dietními faktory.

Prakticky každý diabetik 2. typu je dlouho před vznikem diabetu obézní. Fyzická aktivita významně snižuje kardiovaskulární riziko [8]. Někdy se používá slogan: je lépe být obézní sportovec než štíhlý nespportovec (fit fat vs unfit unfat). To platí zejména u mužů a kardiovaskulární riziko výrazně klesá při pravidelném pohybu.

Pravidelná fyzická aktivita [9] zvyšuje energetický výdej, snižuje množství tělesného tuku za udržení beztukové tělesné hmoty, má krátkodobý anorektický efekt, redukuje příjem tuku, stimuluje termogenezi, včetně dietou indukované, vyvolává morfologické a biochemické změny ve svalu, úbytek tuku ve svalu zvyšuje citlivost na inzulín, vede obvykle k poklesu glykemií u diabetika, zlepšuje krevní tlak, zlep-

šuje lipidový profil, včetně vzestupu HDL-cholesterolu, zlepšuje fyzickou výkonnost, má pozitivní psychologický efekt a výrazně snižuje kardiovaskulární riziko.

Problémem však zůstává adherence pacientů ke cvičení. I tyto faktory byly podrobně zkoumány [9]. Pacientům pomáhá v udržení pravidelné fyzické aktivity: anamnéza větší fyzické aktivity v mládí, podpora rodiny, blízkost cvičení, nízká cena cvičební jednotky, vyšší sociálně ekonomický status, skupinové cvičení a odborné poradenství v místě cvičení. Negativně adherenci ovlivňuje: kouření, alkohol, sedavé zaměstnání, deprese, hypochondrie a anxieta, vysoká cena jednotky, vzdálenost, excesivní intenzita, úrazy, absence podpory rodiny, velká pracovní zátěž.

Fyzická aktivita a u diabetu

O problematice fyzické aktivity u diabetu byla vydána řada monografií.

Tab. 1. Denní dávka sacharidů při různé intenzitě sportu [6].

Typ zátěže	Denní dávka glycidů
Malá zátěž 3–5 hod týdně	4–5 g/kg/den
Denní mírná zátěž	5–7 g/kg/den
Střední zátěž	7–12 g/kg/den
Extrémní zátěž	10–12 g/kg/den

Nejaktuálnější názory přináší komplexně monografie Nagiho [6]. Téma je širší, než se vejde do tohoto přehledného článku – patří sem: fyziologie fyzické aktivity ve zdraví a při diabetu, problematika hypoglykemií při sportu, problematika úprav léčby při sportu u diabetiků, problematiku různých sportů u diabetes mellitus 1. a 2. typu.

U diabetika stejně jako u nediabetika při fyzické aktivitě vzájemně působí metabolické změny a respirační i kardiovaskulární systém, které zásobují sval živinami a kyslíkem a odvádějí produkty metabolismu.

Přitom platí, že výživa sportovců je plná nevědeckých postupů, jak se lze přesvědčit v každém fit centru, které prodává dietní přípravky. Přehledně a vědecky o výživě při sportu informuje u nás nedávno přeložená a vydaná monografie v nakladatelství Galén [5]. Důležitý je dostatečný přívod energie a zdravá strava bez nutných doplňků. Při pohybu se využívají zejména cukry a utilizace tuků nastává jen vzácně například u maratonce až po 30 km běhu nebo u diabetika s deficitem inzulínu nebo u myši bez inzulínového receptoru ve svalu [4].

Sport u diabetika

Hlavní efekt sportu u diabetika je kardiovaskulární [6]. Sport nevede nutně ke zlepšení kompenzace diabetu. Může vést také ke zhoršení kompenzace.

Diabetik vyžaduje ve sportování odbornou pomoc podobnou té, kterou poskytuje vrcholovému sportovci jeho profesionální tým. Úplně všechny sporty jsou z kompatibilní s diabetem 1. typu z hlediska náročnosti zátěže. Jen extrémní sporty jako mara-

tón a triatlon nemusí prospívat. Pravidelná mírná fyzická aktivita je optimální. Jak je dále uvedeno, diabetik by neměl provozovat sporty vyžadující vysoké soustředění, při nichž může mít změna chování závažné následky.

Jak jsem již uvedl, jsou u diabetu významnější efekty kardiovaskulární než metabolické (glykemické). Injekce inzulínu by neměly být podávány intramuskulárně obecně, ale zvláště pak před sportovním výkonem. Při nepravdělné, resp. výraznější fyzické aktivitě je vhodné monitorovat glykémie a obvykle mírně snížit dávku inzulínu.

Hypoglykémie po fyzické zátěži u diabetika užívajícího inzulín popsal Lawrence již v roce 1926 [6]. Při větší fyzické zátěži je vhodné podat navíc uhlovodany a při delší fyzické zátěži obvykle znovu i po 12–14 hodinách.

Také hyperglykémie u diabetiků 1. typu je při sportu běžná. Vzniká ve 2 situacích: při deficitu inzulínu a při metabolická nestabilitě – hyperglykémii před cvičením. Také může vzniknout při extrémní zátěži i u toho, kdo má dobrou kompenzaci.

Při selfmonitoringu jsou konkrétní doporučená opatření před sportem následující [6]:

1. situace tzv. hyperglykémie s ketonurií (preexercice high glucose with ketones) – jde o deficit inzulínu a glykémie je nad 14 mmol/l – diabetik by neměl cvičit a měl by vyčkat kompenzace další dávkou inzulínu.
2. situace – hyperglykémie bez ketonurie (high glucose without ketones) – jde nepochybně o přejezení uhlovodany. Vhodné je cvičit, dobře se hydratovat a kontrolovat glykémie za 30 min.

3. situace – sport je možný při „relativně normální“ glykémii 4–14 mmol/l. Při intenzivní zátěži lze očekávat při glykémii 4 mmol/l vzestup na asi 7 mmol/l, při 8 mmol/l vzestup na asi 13 mmol/l.

4. situace – při glykémii pod 4 mmol/l (někdy se doporučuje již od pod 5,5 mmol/l) hrozí hypoglykémie, nutno podat navíc glycidy, možno opatrně cvičit a kontrolovat glykémie za 30 min.

Dále platí, že diabetik by měl cvičit raději 2–3 hodiny po jídle, a ne při vysokém postprandiálním inzulínu v prvních 2 hodinách po jídle.

Při cvičení s pumpou je obvykle vhodné snížení bazální dávky inzulínu na 50–80 %. Pokud bude pacient cvičit před jídlem, pak je vhodné redukovat bolus o 20–50 %. Fakultativně je možné i zvýšení dávky jídla o 15–30 g sacharidů nebo kombinace mírného snížení bolusu inzulínu a přidání jídla. Při dlouhém cvičení po několik hodin je vhodné i snížení bazálu přesahující o několik hodin cvičení.

Dietní opatření při cvičení diabetika

Při cvičení je obvykle třeba výrazně navýšit celkovou denní dávku glukózy. Denní dávku sacharidů při různé intenzitě sportu uvádí tab. 1.

Bylo by chybou nutit sportujícího diabetika do nízkého příjmu glycidů v obvyklých dietách 150 a 200 g uhlovodanů za den. U nediabetiků se při sportu doporučují spíše potraviny s vysokým glykemickým indexem. U diabetiků je to z hlediska sportu asi nevýznamné.

Sportující diabetik by měl mít u sebe „v batohu“ balíček na hypoglykémii, tzv. kit-bag snack. Vhodné jsou ovoce, koláče, jogurty nebo chléb. Pod 5,5 mmol/l je vhodné si vzít jídlo navíc již před cvičením.

Mírná fyzická aktivita nezhoršuje mikrovaskulární komplikace. Pozor je třeba dát z hlediska úrazů na senzickou neuropatii i na možné zvýšení albuminurie.

Diabetes 2. typu a cvičení

Cvičení u DM2T je významné v snížení inzulinoresistence. Doporučuje se cvičit 4–5krát týdně. Zejména lze očekávat příznivé efekty kardiovaskulární a často i výraznější pokles glykemií. Pokud není pacient na inzulínu nebo vyšších dávkách sulfonylureových anti-diabetik, hypoglykemie nehrozí. Poměrně častá je i manifestace skrytého kardiovaskulárního onemocnění (např. anginy pectoris), začne-li diabetik 2. typu náhle cvičit.

Zákaz cvičení u obou typů diabetu na inzulínu by se měl týkat sportů s důležitou koordinací [6]: boby, box, létání, jízda na koni, motorismus a paragliding – tedy všude, kde může ohrozit změna chování. Potápět by se neměli diabetici při glykémii nad 8 mmol/l.

Pozdní hypoglykemie s nutností podat další jídlo po několika hodinách hrozí u tenisu a kolektivních míčových sportů, vytrvalostním běhu, cyklistice a běhu na lyžích.

Kazuistiky sportovců s diabetem

V literatuře se uvádí kazuistiky sportovců s diabetem od maratónců, po sprintéry a hráče kolektivních sportů včetně olympijských vítězů v uvedených disciplínách.

Připojujeme kazuistiku sportovce z naší ambulanci, která dokládá, že diabetik si při monitorování sám určí optimální režim podávání inzulínu a jídla.

V dubnu roku 2005 50letý muž (přibližně vážící 90 kg při 183 cm výšce) zhubl na 83 kg. Zachycena glykemie 20 mmol/l, zahájena inzulínoterapie při HbA_{1c} 9,7 % a potřebě 45 j inzulínu/den. Zjištěna hladina C-peptidu 0,2 nmol/l a antiGAD pozitivita. V mládí reprezentoval v motosportu a celý život se věnoval s kamarády vytrvalostní cyklistice. Tento sport provozuje dále s několikahodinovou jízdou na kole v kolektivu 2–3krát týdně. V posledním roce dobře kompenzován HbA_{1c} 4,6–5,1 % při 4 dávkách inzulínu – celkově 42 j/den. Při fyzické aktivitě zjistil, že je při více než 2 hodinách intenzivní jízdy na kole postižen hyperglykemií nad 10 mmol/l. Proto aplikuje (během

jízdy po asi 2 hodinách) 4 j krátkodobě působícího inzulínu. Po několikahodinové jízdě sní bezprostředně běžnou dávku jídla a nemá během sportu ani později hyper- ani hypoglykémii.

I z této kazuistiky vyplývá, že každému sportujícímu diabetikovi je vhodné doporučit individuální monitorování glykemií a nalezení optimálního „svého vlastního režimu“ s přidáním inzulínu nebo úpravou jídla.

Některé nové poznatky o fyzické zátěži u diabetu a metabolického syndromu

Hlavním hormonem působícím ve svalu je inzulín. Ve svalu je také významné působení hormonu tukové tkáně adiponektinu, který snižuje steatózu a zvyšuje oxidaci tuku. V této oblasti jsou hledány i nové léky nahrazující efekt adiponektinu [3]. Fyzická aktivita zvyšuje počet receptorů pro adiponektin [1].

Inzulínovou odezvu ve svalu modifikuje významně caveolin-1, i této oblasti jsou hledány molekuly ovlivňující svalovou inzulinoresistenci [7].

Pro sval je typická vysoká exprese PPAR δ . Tak je tomu ve všech tkáních s vysokým obrátem lipidů, jako je sval, tuková tkáň a střevo. Dietní stimulace mastnými kyselinami o dlouhém řetězci stejně jako thiazolidindiony jsou mohutnými induktory aktivace preadipocytů. Prakticky stejně se mohou diferencovat fibroblasty a myoblasty do linie buněk podobným adipocytům (adipose-like cells).

Také řada klinicky již využívaných účinků inzulínových senzitizerů (PPAR γ agonistů) se odehrává na příčné pruhovaném svalu [2]. Možná dojde v oblasti ovlivnění metabolických jaderných receptorů PPAR i vývoje léků, které nahradí cvičení.

Význam inzulínových receptorů ve svalu lze doložit na myši MIRKO (muscle insulin receptor knock out mice) se svaly infiltrovanými tukem a neschopnými využít glukózu [4]. Význam tak mohou mít léky nahrazující

na svalu efekt inzulínu, a to jak u diabetiků, tak u pacientů s metabolickým syndromem [9].

Závěr

Sport je u diabetiků obou typů dokonce i s komplikacemi vhodný a možný. Existují známá pravidla o úpravě léčby inzulínem i dietou diabetu při fyzické aktivitě. Sval se stává významným orgánem v ovlivnění léčby i prognózy diabetika. Farmakoterapie ovlivňující sval se v budoucnu významně uplatní v diabetologii i nesportujících diabetiků a pravděpodobně budou mít nově vyvíjené léky i vlivy nahrazující fyzickou zátěž.

Literatura

1. Bluher M, Bullen JW jr, Lee JH et al. Circulating adiponectin and expression of adiponectin receptors in human skeletal muscle: associations with metabolic parameters and insulin resistance and regulation by physical training. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91: 2310–2316.
2. Haluzík M, Svačina Š. Metabolický syndrom a jaderné receptory PPAR. Praha: Grada 2006.
3. Hojlund K, Frystyk J, Levin K et al. Reduced plasma adiponectin concentrations may contribute to impaired insulin activation of glycogen synthase in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetologia* 2006; 49: 1283–1291.
4. Kim JK, Michael MD, Previs SF et al. Redistribution of substrates to adipose tissue promotes obesity in mice with selective insulin resistance in muscle. *Clin Invest* 2000; 105: 1791–1797.
5. Maughan RJ, Burke LM. Výživa ve sportu. Praha: Galén 2002.
6. Nagi D. Exercise and sport in diabetes. Chichester: Wiley 2005.
7. Oh YS, Cho KA, Ryu SJ et al. Regulation of insulin response in skeletal muscle cell by caveolin status. *J Cell Biochem* 2006; 99: 747–758.
8. Svačina Š. Prevence diabetu. Praha: Galén 2003.
9. Svačina Š et al. Metabolický syndrom. Praha: Triton 2006.

prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc., MBA
www.vfn.cz
e-mail: svacinass@lf1.cuni.cz

Doručeno do redakce: 26. 12. 2006