

HOKEJ-PRESS, v. o. s., vydavatelství, agentura, V Ráji 878, 530 02 Pardubice,
tel.: 040/32765, 32770, fax: 040/ 6330437, E-mail: HOKEJ@pce.cz



TRENÉRSKÉ LISTY

ČÍSLO: 16
ROK: 1998
VYCHÁZÍ JAKO PŘÍLOHA MAGAZÍNU HOKEJ

ČSLH
Za elektrárnou 419
170 00 Praha 7
Tel.: 02/375447
8727426
8727430
Fax: 02/3116096

OBSAH:

Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji.

MUDr. Jan Heller, CSc. - Biomedicínská laboratoř FTVS UK Praha

Mgr Zdeněk Pavliš - ústřední metodik ČSLH

Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji.

Lední hokej se řadí mezi nejrychlejší a nejnáročnější sportovní hry. Z fyziologického hlediska představuje intervalový a přerušovaný typ aktivity, která vyžaduje široké spektrum motorických dovedností, reakčních a rozhodovacích schopností, kvalitu a souhru analyzátorů i vysokou úroveň celkové tělesné zdatnosti. Tato zdatnost se týká jak rychlosti kombinované s vytrvalostí, tak i síly. Pro vlastní hru je typické střídání cyklických (tj. bruslení) a acyklických pohybových činností (např. střelba). Krátké časové úseky maximálního zrychlení a sprintu se střídají s plynulým bruslením, osobními souboji, přihrávkami a střelbou. Utkání v ledním hokeji má intervalový charakter, tvoří jej obvykle 40 až 50 s trvajících intervalů zatížení, přerušované na asi 11 až 20 s úseky, které se střídají s přibližně 250 s odpočinku. Pro útočné řady i dvojice obránců platí přibližně časový poměr doby výkonu na ledě a odpočinku v poměru 1:5. V průběhu hry dosahuje srdeční frekvence asi 90 % maxima a ani během pobytu na střídačce v důsledku emočního zatížení neklesá srdeční frekvence pod úroveň 120 tepů za minutu.

Problematika energetické úhrady

Intervalový způsob práce v utkání klade specifické požadavky na energetické hrazení, na kterém se podílejí různou měrou všechny systémy dodávající kosternímu svalu energii. O převažujícím způsobu energetické úhrady rozhoduje především intenzita a doba trvání zatížení, styl hry i délka odpočinku na střídačce. Možnosti energetického zásobování jsou dány i trénovaností a individuálními vrozenými dispozicemi hráčů.

Vlastní pohybová činnost člověka je podmíněna přeměnou chemicky vázané energie na energii mechanickou. energii potřebnou pro práci kosterního svalstva, tj. pro jeho stah (kontrakci) i uvolnění (relaxaci) poskytuje štěpení kyseliny adenosintrifosforečné (ATP). Zásoba ATP ve svaích však postačuje k pokrytí asi jen 3 sekund intenzivní práce. Vyčerpávané ATP se musí rychle obnovovat a k této obnově využívá organismus především energii získanou štěpením cukrů a tuků. Tento způsob obnovy

energie však vyžaduje dostatečnou zásobu kosterního svalu kyslíkem, což závisí na možnostech a výkonnosti dýchacího a oběhového systému. Tento způsob, kdy dochází k doplňování energie úplným štěpením cukrů a tuků (v omezené míře u deletrvajících a vyčerpávajících zatížení i štěpením bílkovin) se nazývá oxidativní (podle řeckého oxygen = kyslík) nebo aerobní (podle řeckého aer = vzduch). Pro přesnost je třeba uvést, že oxidativní energetický metabolismus necharakterizuje vlastní přítomnost kyslíku a slučování látek s kyslíkem nebo odnímání vodíku ze sloučenin kyslíkem, ale především typ oxidačních reakcí, tj. odštěpování elektronů, kdy dochází k vysokému energetickému zisku. Konečnými produkty tohoto způsobu energetického metabolismu je oxid uhličitý (CO_2) a voda (H_2O).

Oxidativní (aerobní) energetický metabolismus se však nemůže uplatnit tam, kde je nutné zabezpečit okamžitě vysokou dodávku energie, která převyšuje omezenou rychlost oxidativních reakcí v buňkách kosterního svalu, respektive možnost přísunu kyslíku do svalu oběhovým a dýchacím systémem. Za těchto situací využívá pracující sval k obnově ATP rychle dostupnou energii, kterou poskytuje látka zvaná kreatinfosfát (CP) rozštěpením na kreatin a fosfát. Kreatinfosfát je normálně přítomný ve svalu, jeho obsah bývá u trénovaných osob vyšší než u netrénovaných. Při práci o vysoké intenzitě lze štěpením kreatinfosfátu obnovovat ATP asi po dobu 10-15 s, ale v průběhu tohoto krátkého období se již postupně uplatňuje další systém obnovy ATP, anaerobní glykolýza. Anaerobní glykolýza znamená neoxidativní a proto neúplné, ale velmi rychlé štěpení cukrů, konkrétně svalového glykogenu (živočišného škrobu) a glukózy, jehož konečným produktem je kyselina mléčná (LA, z angl. lactic acid). Kyselina mléčná jako organická kyselina je značně nestabilní a okamžitě se štěpí na vodíkový kationt (H^+) a sůl kyseliny mléčné - laktát. Odštěpené vodíkové ionty okyselují vnitřní prostředí, vzniká metabolické acidóza s nepříznivými důsledky na metabolismus i přenos nervových vzruchů, což se následně projevuje např. zhoršením koordinace pohybu. Tento způsob získávání energie je sice energeticky i metabolicky méně výhodný než oxidativní, ale je schopen velmi rychle zajistit obnovu ATP. Vzniklý laktát se vyplavuje ze svalových buněk do krve, kde je přepravován např. do méně činných kosterních svalů, kde může být plně oxidován až na oxid uhličitý a vodu nebo do jater, kde se může znovu přeměnit na cukr glukózu.

Z výše uvedeného rozboru vyplývá, že i když kosterní sval získává energii pro svoji činnost převážně oxidativním (aerobním) způsobem, dochází často k situacím (např. na počátku svalové práce nebo při prudkém zvýšení intenzity pohybové aktivity - v ledním hokeji při přerušovaných intervalových činnostech vysoké intenzity) kdy je třeba hradit energii neoxidativním (anaerobním) způsobem. Neoxidativní způsob energetické úhrady se schématicky člení na tzv. alaktátový systém, který zahrnuje jak dodávku energie danou hotovostí ATP ve svalu tak i zásobami CP využitelnými pro bezprostřední obnovu ATP a laktátový neoxidativní systém (tj. anaerobní glykolýzu = neoxidativní štěpení glukózy a glykogenu). Tyto tři energetické systémy se na energetickém zabezpečení vždy podílejí společně, ve vzájemné souhře, ale s různým podílem v závislosti na intenzitě a době trvání pohybové činnosti (Tabulka 1).

Intenzita pohybové aktivity je přitom nepřímo úměrná době trvání. Znamená to, že činnosti trvající několik sekund můžeme vykonávat na úrovni velmi vysoké intenzity, odpovídající energetickému obratu asi $380 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$, zatímco při cca minutových pohybových aktivitách (i když jsou vykonávány s maximálním či velmi vysokým úsilím) lze dosáhnout jen asi poloviční intenzitu (obr. 1).

I když energetický obrat v kosterním svalu nelze považovat za rozhodující faktor, který by určoval herní úspěšnost hráče ledního hokeje, představuje rozhodující úlohu tělesného resp. kondičního potenciálu hráče. Při současných vysokých požadavcích na hráče jsou možnosti dílčí kompenzace některých faktorů jinými (např. kompenzace kondičních faktorů technikou a herní zkušeností) již značně omezené a nadále se stále snižují.

Energetický metabolismus a typy svalových vláken

Energetický metabolismus kosterního svalu úzce souvisí i s typy svalových vláken. Podle funkčních vlastností se svalová vlákna dělí na rychlá (neboli „bílá“, typ II nebo FT = „fast twitch“) a pomalá („červená“, typ I či ST = „slow twitch“). Toto členění vychází z odlišné úrovně aktivit enzymů energetického metabolismu, které podmiňují neoxidativní (anaerobní glykolýzu) nebo oxidativní typ metabolismu (oxidativní štěpení cukrů a tuků). Rozlišuje se i přechodný typ svalových vláken (IIa, FOG = „fast oxidative glycolytic“, rychlá oxidativně glykolytická), která představují z funkčního i

metabolického hlediska mezistupeň mezi rychlým a pomalým svalovým vláknem. Důležité je přitom nejen procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken v kosterním svalu, ale i příčný průřez těchto vláken, kde lze pod mikroskopem odhalit zbytnění (hypertrofii) některých typů vláken či naopak jejich tenkost, tj. malou plochu průřezu. Zbytnění, hypertrofii, v důsledku silového tréninku nacházíme zejména u přechodných vláken typu FOG (IIa), zatímco výsledkem silově vytrvalostního tréninku může být hypertrofie jak rychlých tak pomalých vláken.

Zjednodušeně lze charakterizovat pomalá vlákna pomalejším zapojením do svalové činnosti, ale výraznou odolností vůči únavě. V pomalých svalových vláknech převažují enzymy oxidativního typu, vlákna jsou bohatě obklopena kapilárami, které je zásobují kyslíkem. Někdy se pomalá svalová vlákna označují jako „červená“ protože mají vysoký obsah myoglobinu, který na sebe váže kyslík (podobně jako červené krevní barvivo - hemoglobin). Rychlá svalová vlákna se naopak vyznačují rychlým nástupem kontrakce, tj. zapojením do svalové práce, ale na druhé straně jsou rychle unavitelná. Označují se jako tzv. „bílá“ vlákna (mají nízký obsah myoglobinu) a protože v nich převažují enzymy neoxidativních energetických procesů, jsou jejich nároky na zásobování kyslíkem nižší než je tomu u vláken pomalých. Proto je i jejich kapilarizace (tj. počet krevních vlásečnic připadajících na jedno svalové vlákno) nižší než u pomalých vláken.

Obecně lze říci, že existují svaly převážně „pomalé“ (např. trojhlavý sval lýtkový, který je zatěžován při udržování vzpřímeného postoje staticky) a „rychlé“ (např. dvojhlavý sval pažní nebo sval deltový, které zatěžujeme krátkodobě, ale o to intenzivnější dynamickou svalovou prací). Pro srovnatelnost výsledků se obvykle vyšetřuje „neutrální“ sval, nejčastěji vastus lateralis, tvořící součást čtyřhlavého stehenního svalu. Analýza složení svalu se provádí odběrem malého vzorku svalové hmoty (biopsií svalu) a ve vzorku se stanoví procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken, míra jejich zbytnění i aktivity enzymů, které se účastní oxidativních i neoxidativních dějů energetické přeměny. Protože jsou rozdíly ve složení kosterního svalu podmíněny víceméně geneticky, využívá se svalová biopsie především při výběru sportovních talentů. Zbytnění vláken, úroveň enzymatických aktivit a další ukazatele, které odrážejí svalový metabolismus, se během sportovní přípravy mění a opakovaná bioptická vyšetření odhalují míru i charakter strukturálních i metabolických adaptací. U

hráčů ledního hokeje dosahuje poměr pomalých (SO) a rychlých vláken (FOG + FG) cca 50 % : 50 % (Nohejl, 1993) a rovněž starší studie u našich hokejistů prokázala zastoupení pomalých (SO), přechodných (FOG) a rychlých (FG) vláken v rozsahu 52 % : 15 % : 32 %, s nejvýraznější hypertrofií FG vláken (105 mikrometrů), poté FOG vláken (97 mikrometrů) a nejmenší hypertrofií SO vláken (82 mikrometrů) (Seliger a spol. 1980). Bioptická vyšetření, tj. odběry vzorku svalové tkáně, jsou sice cenným vyšetřením možností a kapacit energetického metabolismu hráčů ledního hokeje, na druhé straně je však svalová biopsie invazivní a poměrně náročná metoda, která neumožňuje odhalit průběh a míru metabolických procesů přímo při vlastní svalové činnosti. Dostupnější, méně náročné a proto i poměrně rozšířené, je využívání funkční zátěžové diagnostiky.

Funkční zátěžová diagnostika

Prostřednictvím funkční zátěžové diagnostiky lze stanovit energetický obrat, výkonnost oběhového a dýchacího systému, práci svalových skupin zatěžovaných v testu a nepřímo i kvalitu řízení pohybu. Většina tradičních zátěžových testů je založena na přímém či nepřímém měření spotřeby kyslíku (tj. příjmu kyslíku nezbytného pro biologické oxidace) a parametrů z ní odvozených (Bukač a Dovalil, 1990, Pauer a spol. 1982). Tyto testy, představuje obvykle laboratorní zátěž na bicyklovém ergometru nebo na běhacím koberci stupňovaná do maxima s průběžnou analýzou odezvy oběhového a dýchacího systému a stanovením maximální spotřeby kyslíku (VO_2max). Tyto testy, zejména pokud vyšetřujeme všechny hráče mužstva, jsou však relativně časově náročné a proto se k odhadu oxidativních schopností, podmiňujících vytrvalost a obecnou kondici, užívají v praxi často terénní testy, např. 12 minutový běh (Cooperův test), 2 km běh a další jejich modifikace (i na ledě). Z testů zaměřených na stanovení maximální spotřeby kyslíku (VO_2max) však nelze hodnotit výkonnost anaerobního energetického metabolismu. Přitom se požadavky na rychlost a sílu, tj. pohybové schopnosti, dané neoxidativním způsobem energetické úhrady, v současné době u hráčů ledního hokeje stupňují více než nároky na kondičně-vytrvalostní předpoklady, které se stanovují tradičními zátěžovými testy zaměřenými na stanovení maximální spotřeby kyslíku (VO_2max) a další parametry související s mírou oxidativního metabolismu.

Proto se pozornost ve všech sportovních hrách, a tedy i v ledním hokeji, zaměřuje i na zátěžovou diagnostiku anaerobních schopností, které podmiňují rychlostně silové výkony. Anaerobní testy standardizovaným způsobem objektivizují předpoklady jedince pro krátkodobou práci velmi vysoké intenzity (někdy též supramaximální intenzity, která převyšuje maximální výkon, odpovídající úrovni $VO_2\max$). Na rozdíl od motorických testů, které v sobě zahrnují jak vlastní testovanou pohybovou schopnost, tak míru odpovídajícího energetického hrazení a navíc i dovednostní prvky (např. techniku provedení pohybové činnosti v motorickém testu) je funkční diagnostika zaměřena především na biologický podklad testovaných kvalit, tj. funkčních a morfologických dispozic vyšetřovaného jedince.

Z biologického hlediska jsou anaerobní předpoklady dány:

- morfologicky, tj. množstvím svalové hmoty, zastoupením rychlých a smíšených svalových vláken a jejich hypertrofií;
- metabolicky, tj. energetickými rezervami adenosintrifosfátu (ATP) a kreatinfosfátu (CP) a rychlostí uvolňování těchto rezerv, kapacitou anaerobní glykolýzy a tolerancí k acidóze;
- funkčně, tj. úrovní nervového a humorálního řízení, zejména rychlostí nervosvalového přenosu a úrovní zpětnovazební propriorecepce;
- biomechanickými faktory, zejména využitím elastické energie (Heller 1995).

Anaerobní testy

Anaerobní testy se člení na testy maximálního anaerobního výkonu a na testy anaerobní kapacity.

V testech anaerobního výkonu se stanovuje maximální množství energie, které se uvolní neoxidativním „laktátovým“ metabolismem, umožňuje odhad úrovně pohotovostních zdrojů energie ve svalu (tj. ATP a CP) a míru jejich využití při anaerobní práci trvající řádově do 10 sekund. Z hlediska pohybových schopností odpovídají explozivním rychlostně-silovým předpokladům. K těmto testům se řadí

např. test vertikálního výskoku, Margariův test výběhu do schodů, Québecký 10-s test na bicyklovém ergometru nebo Maréchal-Pirnay-Péresův test závislosti síly a rychlosti.

Testy anaerobní kapacity hodnotí kapacitu anaerobní glykolýzy pomocí vykonané mechanické práce a příslušné metabolické odezvy (podle změn laktátu v krvi) a doba jejich trvání kolísá od 30 do 60 s. Z hlediska pohybových schopností odpovídají rychlostně-silové vytrvalosti.

Z hlediska energetického hrazení odpovídá anaerobní výkon zejména alaktacidním energetickým rezervám (tj. ATP a CP), anaerobní kapacita především úrovni anaerobní glykolýzy, ale zahrnuje i alaktacidní zdroje a s narůstající dobou trvání stoupá významněji i podíl oxidativní energetické úhrady (tab. 1). Přesné odlišení jednotlivých systémů energetické úhrady je však obtížné a může se navíc při různých pohybových činnostech lišit. Přesné odlišení alaktátové a laktátové energetické úhrady nebývá přitom v praxi tou nejpodstatnější otázkou. Významnější je stanovení úrovně anaerobních energetických procesů při konkrétní pohybové činnosti a jejich časový průběh (nástup, udržování a pokles výkonu při rychlostně silové práci).

Anaerobní „all-out“ testy

Anaerobní testy lze dále členit na testy konstantního či jednorázového zatížení, kde je charakter testu jednoznačně dán intenzitou či dobou trvání testu (obr. 2). Na rozdíl od jednorázových testů, které umožňují stanovení buď maximálního anaerobního výkonu nebo anaerobní kapacity, umožňují anaerobní testy typu "all-out" (tj. do vyčerpání, vyčerpávající) stanovení obou těchto parametrů. V "all-out" testech se sledují změny okamžitého výkonu v závislosti na době trvání, přitom se v každém okamžiku, tj. od samého počátku až do konce testu, pracuje s maximální možnou intenzitou. Proto je průběh výkonu v závislosti na čase nelineární (obr. 2) a je obdobný jako dynamika energetického obratu ve svalu (obr. 1). Z průběhu výkonu v all-out testu lze postihnout:

- 1) maximální (nebo vrcholový, tj. obvykle 5 sekundový) anaerobní výkon
- 2) rychlost poklesu výkonu v testu (posuzovaný jako "index únavy")

3) průměrný výkon či práci (práce = součin výkonu a času) v celém testu, která odpovídá anaerobní kapacitě (obr. 3).

Anaerobní Wingate test

Anaerobní "all-out" testy splňují navíc i požadované kritérium individualizace zátěže, která je závislá na rychlosti pohybu v průběhu testu. Nejčastější formou "all-out" testů je test na bicyklovém ergometru tzv. **Wingate test**. Existují i modifikace využívající opakovaných výskoků (Boscův test) nebo běžecké testy "all-out" typu (Heller a spol. 1991).

Z hlediska sportovní praxe a pro potřeby ledního hokeje se nejčastěji využívá test na bicyklovém ergometru, který byl již dostatečně prakticky ověřen a standardizován. Podle místa svého původu se nazývá Wingate test. Byl navržen Ayalonem, Inbarem a Bar-Orem z Tělovýchovného institutu Wingate v Izraeli v roce 1974 k testování anaerobních předpokladů dětí a mládeže, později byl modifikován, co se týká vyššího zatížení i pro sportovce různého zaměření. V průběhu 80-tých let se rozšířil v celosvětovém měřítku, ale bohužel v našich domácích podmínkách je využíván dosud ojedinelé.

Klasická varianta testu spočívá v šlapání maximální rychlostí po dobu 30 sekund proti konstantnímu odporu. Od samého počátku se pracuje s maximálním úsilím v průběhu 3-7 s je vyvinuta maximální rychlost. Počáteční vrchol výkonu odpovídá využití pohotovostních zdrojů energie, tj. ATP, CP, popř. i využití kyslíku vázaného na myoglobin. Poté se rychlost šlapání začíná zpomalovat a v energetickém hrazení přitom již převažuje anaerobní glykolýza, tvoří se laktát a vzniká lokální metabolická acidóza. V závěru testu (ve 30. sekundě) dosahuje obvykle rychlost jen 50-70 % maximální (vrcholové) rychlosti. Aktuální výkon je součin rychlosti šlapání a brzdící síly. Změny výkonu v průběhu testu, vyhodnocované obvykle počítačem přímo v jednotlivých otáčkách (při starším grafickém způsobu vyhodnocení po 5 s intervalech) umožňují získat tyto základní parametry (obr. 3):

1. **Maximální anaerobní výkon**, tj. nejvyšší výkon v testu v libovolném 5 s intervalu, hodnotí se ve wattech nebo lépe relativně ve wattech na kg tělesné hmotnosti;

2. **Anaerobní kapacitu**, jako průměrný výkon ve wattech nebo jako celkovou práci, tj. součin průměrného výkonu a času, v kilojoulech, kJ;
3. **Index únavy**, tj. jako pokles mezi vrcholovým (pětisekundovým) a nejnižším (rovněž pětisekundovým - v závěru testu) výkonem, který je vyjádřený relativně v procentech maximálního výkonu.
4. Jako doplňkové ukazatele hodnotíme **pozátěžovou koncentraci laktátu**, a to z hlediska přiměřené či nepřiměřené metabolické odezvy na celkově vykonanou práci během testu a navíc i pozátěžovou hodnotu **srdeční frekvence**, která je nepřímým ukazatelem úsilí v průběhu testu.

Metodika provedení

K vlastnímu testování je nutný bicyklový ergometr pracující ve frekvenčně závislém režimu, nejlépe mechanický ergometr typu Monark, kalibrovaný pro krátkodobé výkony dosahující až 1500 W, a to v rozsahu frekvencí otáček 50-160 ot.min⁻¹. Ergometr musí být vybaven zařízením k průběžné registraci otáček (elektromagnetem, fotobuňkou či mechanickým spínačem) s výstupem do počítače, se zabudovaným softwarem umožňujícím registraci otáček a výpočet okamžitého výkonu, vyhodnocení parametrů testu i následnou archivaci dat. Starší verze testu užívaly zapisovače, s přesným plynulým posunem papíru a průběžnou časovou, tj. sekundovou značkou, kde byl záznam otáček registrován graficky. Před vlastním testem je třeba vyšetřovanou osobu instruovat, že je nutné od samého počátku pracovat maximálním úsilím a v průběhu 30 s šlapání nelze uplatňovat žádnou strategii rozložení sil. Pro testování je nutné upravit polohu sedla do optimální polohy a fixovat nohy na pedálech. Testu předchází cca 5 min rozcvičení aerobního typu, které navozuje centrální i periferní aktivaci, ale nevede k lokální svalové únavě, pro rozcvičení se doporučuje zatížení 1 až 2 W.kg⁻¹ tělesné hmotnosti. Do rozcvičení je vhodné zařadit i několik krátkých sprintů s maximální frekvencí otáček a tím lépe připravit vyšetřovanou osobu na následující test. Pro vlastní Wingate test se u mužů doporučuje zatížení 6 W.kg⁻¹, u žen a dětí 5 W.kg⁻¹ (pro frekvenci 60 ot.min⁻¹), což odpovídá u mechanického ergometru typu Monark zatížení 0,106 kg.kg⁻¹ resp. 0,086 kg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti vyšetřovaného. Uvedené hodnoty zatížení vycházejí z potřeby

optimalizovat mechanický výkonu z hlediska rychlosti a síly, tj. vyvážit vztah mezi nejvhodnější rychlostí šlapání a brzdícím odporem, resp. nastaveným zatížením. Tento vztah odpovídá obrácené "U" křivce, tj. při příliš nízkém brzdícím odporu nedosáhne výkon maximum, protože bude limitován rychlostí otáček, ale při nadměrně vysokém brzdícím odporu bude naopak omezen možností vyvíjet dostatečnou sílu na pedálech ergometru. Technika šlapání v průběhu testu musí být standardní. Buď se užívá jen práce limitované polohou vsedě nebo se naopak dovoluje individuálně optimální technika provedení (postavení do pedálů) a to zejm. v závěru testu, protože i ve vlastním rychlostně-silovém výkonu využíváme jistým způsobem také vlastní hmotnost. Vzhledem ke srovnatelnosti výsledků však nelze zvolenou techniku v průběhu experimentů již nijak měnit. Během testu se doporučuje užívat slovní motivaci a vytvořit soutěživou atmosféru, protože anaerobní testy jsou (více než mnohé jiné) závislé právě na motivaci vyšetřované osoby. V závěru testu jako doplňkové ukazatele měříme srdeční frekvenci (měla by odpovídat asi 90 % maximálních hodnot) a po uplynutí 5 min (event. až 7 min) se odebírá krev ke stanovení koncentrace laktátu. Tyto hodnoty laktátu by přitom měly převyšovat koncentrace zjištěné při maximálním stupňovaném testu ke stanovení VO_2max .

Spolehlivost parametrů odvozených z mechanického výkonu je ve Wingate testu poměrně vysoká, koeficient korelace mezi testem a retestem dosahuje 0,91 - 0,93, index únavy je však méně spolehlivým parametrem ($0,43 < r < 0,74$), protože může být ovlivněn i strategií rozložení sil v testu (Vandewalle a spol. 1987). Klasický 30 s trvajícím Wingate test bývá některými autory kritizován, protože doba 30 s je příliš krátká na plné vytížení procesů anaerobní glykolýzy a proto se diskutuje o delší době trvání testu. Je skutečností, že nejvyšší koncentrace laktátu lze získat při anaerobních testech trvajících cca 60 s (Heller a spol. 1995). Na druhé straně však s prodloužením doby práce roste i podíl oxidativní energetické úhrady (tabulka 1, obr. 2). Tento podíl v 30 s testu dosahuje asi jen 15 %, ale s prodloužením doby práce se zvyšuje výrazněji než rychlost tvorby laktátu, v 60 s testu lze sice dosáhnout hladiny laktátu o cca 1-2 mmol/l vyšší než ve 30 s testu, ale podíl oxidativní energetické úhrady se zvyšuje více jak dvojnásobně, na 30-40 % (Heller a spol. 1995). V delších testech se také výrazněji projevuje vliv psychiky a „taktizování“ tj. strategie rozložení sil v testu, navíc se snižuje i hodnota maximálního anaerobního výkonu (asi o 15-20 %) a nelze spolehlivě

hodnotit index únavy. Jak dokumentuje obr. 2, žádný anaerobní test není "čistě anaerobní" a mimo neoxidativní energetické úhrady zahrnuje i určitý podíl oxidativních energetických procesů, který je však třeba minimalizovat. Proto v současnosti doporučuje většina výzkumných pracovišť dodržet klasickou dobu trvání 30 s, kdy lze spolehlivě stanovit jak maximální anaerobní výkon tak i anaerobní kapacitu.

Hodnocení výsledků Wingate testu

Výsledky Wingate testu, tj. maximální či vrcholový výkon, anaerobní kapacitu i pokles výkonu v testu resp. index únavy a celkový profil křivky výkonu vyhodnocujeme ve vztahu k funkční a metabolické odezvě organismu, tj. úrovni srdeční frekvence a hladinám laktátu v krvi. Celkové výsledky testu posuzujeme nejlépe intraindividuálně, tj. u stejného jedince při opakovaném měření v různých fázích tréninkové přípravy nebo interindividuálně, při jednorázovém sledování v rámci vyšetřené skupiny nebo vzhledem k literárním údajům. Zde je však třeba respektovat, že se metodika provedení testu i technické vybavení mohou u různých autorů poněkud lišit, což se může odrazit i na úrovni dosažených hodnot.

Hlavním smyslem a cílem hodnocení je stanovit silné i slabé stránky hráče a odhalit možné rezervy v kondiční rychlostně-silové přípravě (obr. 4). Opakované a intraindividuální hodnocení je proto významné i s ohledem na vrozené dispozice jedince, zejména co se týká složení kosterního svalu. Obecně platí, že vysoké zastoupení rychlých svalových vláken (typu FG, IIb) a event. i jejich hypertrofie podmiňují rychlý nástup i dosažení vyšších hodnot maximálního anaerobního výkonu, ale nikoli přímo velikost celkové anaerobní kapacity. Vzhledem k vyšší unavitelnosti těchto vláken však dochází i k výraznějšímu poklesu výkonu v závěru testu, tj. k vyššímu indexu únavy. Naopak vyšší zastoupení pomalých svalových vláken se odrazí v pozvolnějším nástupu vrcholového výkonu ve Wingate testu, ale díky vyšší odolnosti vůči únavě bude i pokles výkonu v závěru testu menší a hodnoty indexu únavy nižší (Vandewalle a spol. 1987 - obr. 4). Jak bylo výše uvedeno, nejsou anaerobní schopnosti určeny pouze vrozenou svalovou morfologií, ale i řadou funkčních a metabolických faktorů. Proto křivky Wingate testu provedeného u téhož jedince při opakovaných vyšetřeních mohou mít sice podobný profil, ale zároveň odrážejí dílčí

změny v důsledku předchozího tréninku, tj. nárůst či pokles anaerobního výkonu („explozivní rychlostní síly“) nebo zvýšení či snížení anaerobní kapacity („rychlostně-silové vytrvalosti“).

Obdobně přistupujeme i k hodnocení indexu únavy. Jedinci s vysokou úrovní anaerobního výkonu či explozivních rychlostně-silových dispozic (s předpokládaným vysokým zastoupením rychlých svalových vláken) budou dosahovat i vyšší hodnoty indexu únavy než je průměrná hodnota (35-40 %). Pokles výkonu v závěru testu by však neměl být extrémní a index únavy u dobře připraveného hráče by neměl být vyšší než 45 %.

Vzhledem k tomu, že práce vykonaná v průběhu 30 s testu je hrazena v rozhodující míře anaerobní glykolýzou, měl by být i laktát, konečný produkt anaerobní glykolýzy, úměrný této práci, resp. hodnotě anaerobní kapacity stanovené v testu. Jak bylo výše uvedeno, laktát se na jedné straně v pracujícím svalu tvoří, na druhé straně je laktát vyplavený ze svalu dále v organismu metabolizován. Proto koncentrace laktátu stanovené v periferní krvi odrážejí rovnováhu mezi akumulací a odbouráváním laktátu a nemusejí přímo odrážet míru anaerobní glykolýzy uplatněné během svalové práce. Proto při hodnocení míry práce vykonané ve Wingate testu a pozátěžových koncentrací laktátu respektujeme i možné rozdíly dané vyplavováním a metabolizováním laktátu. Obecně vycházíme z následujícího schématu:

- 1) Vysoká koncentrace laktátu je přiměřená odpověď na vysokou úroveň práce vykonané v testu.
- 2) Vysoká míra práce a nižší koncentrace laktátu znamená dobrou ekonomiku anaerobní práce (nižší metabolická acidóza připadající na jednotku vykonané práce). Na druhé straně nám ale naznačuje jisté rezervy v oblasti rychlostně silových schopností a možnosti jejich dalšího zvyšování.
- 3) Nízká úroveň práce a vysoká koncentrace laktátu značí naopak nízkou ekonomiku anaerobní práce (při zatížení anaerobního typu dochází k neúměrné metabolické acidóze) a značné rezervy v tréninku.
- 4) Nízká míra vykonané práce i nízká koncentrace laktátu ukazuje na nízkou úroveň trénovanosti a nízké nasazení v testu.

Hodnocení úrovně srdeční frekvence v závěru testu má jen orientační hodnotu a vypovídá jistým způsobem o „úsilí“ či „nasazení“ v testu. Hodnota srdeční frekvence je využitelná zejména při opakovaných vyšetřeních, protože srdeční frekvence je značně individuálně závislý parametr. Za přiměřenou odezvu lze považovat pásmo odpovídající 82 až 93 % hodnot maximální srdeční frekvence. Vyšší hodnoty ukazují na extrémně vysokou reakci organismu, nižší naznačují pomalou aktivaci oběhového systému, ale častěji spíše nedostatečné „nasazení“ v testu. Protože srdeční frekvence odráží nejen fyzickou ale i psychickou, resp. emoční zátěž, která může být u různých testovaných hráčů odlišná, je třeba hodnotit pozátěžovou úroveň SF individuálně a s jistou rezervou.

Příklad protokolu individuálního hodnocení hráče ELH ve Wingate testu

Pro lepší názornost uvádíme protokol výsledku Wingate testu ve formě počítačově zpracovaného výstupu ihned po ukončení testu. Záměrně jsme vybrali hráče jehož výškové a hmotnostní parametry přibližně odpovídají průměru hodnot hráčů ELH.

Maximální anaerobní výkon 15,2 W/kg odpovídá lepšímu průměru, anaerobní kapacita 349,3 J/kg je průměrná, ale index únavy je relativně vysoký (48,4 %). Hodnota laktátu 15,81 mmol/l značí lehce zvýšenou acidózu (okyselení vnitřního prostředí) než by odpovídalo vykonané práci (anaerobní kapacitě). Nasazení v testu bylo vysoké (TF 198 min⁻¹), ale na druhé straně tato hodnota znamená nepřiměřeně vysokou reakci na zátěž s dobou trvání 30 s.

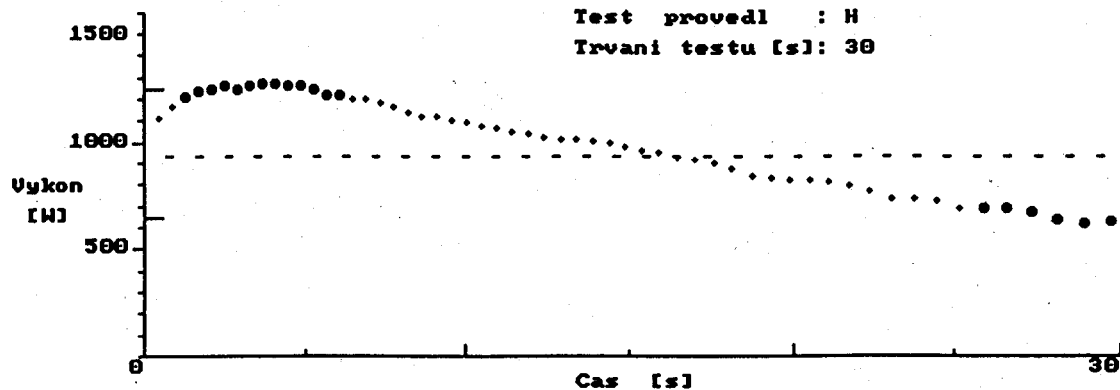
Z průběhu křivky výkonu vyplývá, že hráč je schopen na počátku práce vyvinout poměrně dobrou výbušnou a rychlostní sílu, ale od 10 s zatížení jeho výkon prudce klesá, což znamená nižší úroveň rychlostně silové vytrvalosti. Výrazný pokles výkonu (index únavy 48,4 %) souvisí s vysokými hodnotami laktátu (15,81 mmol/l). Z uvedeného vyplývá, že hráč má omezené předpoklady podávat opakovaný rychlostně silový výkon, což se projeví v závěru každého střídání a zejména ke konci utkání.

WINGATE TEST

Biomed. centrum

FTUS UK

Jmeno	:	L	Sport	:	Ut
Prijmeni	:	P	Zarazeni	:	Ut
Datum narozeni	[r]	19.9.1977	Datum vysetreni	:	5.5.1997
Uvek	:	19.9	Cas	:	11:26:25
Hmotnost	[kg]	81.8	Poradi testu	:	2
Uyska	[cm]	180.0	Ergometr	:	Monark 824E 7.1.97/.C81
Zatizeni	[W/kg]	6.0	Data ulozena na	:	C:\WINGATE\hokej \
t.J.	[W]	490.8	Test provedl	:	H
			Trvani testu [s]	:	30



Pmax	:	1244.9 W	tj.	15.2 W/kg	Pocet otacek	:	57.4
Pmin	:	642.3 W	tj.	7.9 W/kg	TF	:	198
Pprum	:	952.3 W	tj.	11.6 W/kg	Laktát:	:	15,81 mmol/l
An. kapacita	:	28.6 kJ	tj.	349.3 J/kg			
Pokles vykonu:		602.6 W	IU	:	48.4 %		
Pprum/Pmax	:	76.5 %					

Pro vlastní tréninkovou praxi to znamená zaměřit se na rychlostně silovou přípravu formou intervalového tréninku, s čímž samozřejmě souvisí i zvyšování možností hráče pracovat při hromadící se únavě. Současné s tím je třeba udržovat a rozvíjet výbušnou a rychlostní sílu odpovídajícími formami a metodami.

Vlastní výsledky šetření

Výše popsaným Wingate testem jsme vyšetřili v roce 1997 celkem 333 hráčů ledního hokeje (z toho 190 útočníků, 113 obránců a 30 brankářů), jak mladších věkových kategorií, zejména národních výběrů do 16, 17, 18 a do 20 let, tak i několik týmů hokejové extraligy. Vyšetření proběhlo vesměs v přípravném období po ukončení soutěže, za použití výše uvedené metodiky, tj. při zatížení $6 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti. Zjištěné výsledky uvádíme jak z hlediska srovnání výsledků Wingate testu u útočníků, obránců a brankářů, tak i vývoje anaerobních předpokladů v závislosti na věku hráčů.

Výsledky Wingate testu v závislosti na postu hráčů (brankář, obránc, útočník)

Charakteristiky vyšetřených hráčů ukazují, že obdobně jako u hráčů NHL (Agre a spol. 1988, Cox a spol. 1995, Quinney 1990) dosahuje tělesná hmotnost a výška u obránců vyšší úroveň než u útočníků, nejnižší hodnoty jsou popisovány u brankářů. U hráčů NHL jsou přitom hodnoty o cca 4 kg a 2-3 cm vyšší než u našich hráčů (Cox a spol. 1995). Uvedené rozdíly v tělesné hmotnosti se odrážejí i v odlišné úrovni absolutních (W) a relativních hodnot maximálního anaerobního výkonu (tabulka 2). Menší rozdíly mezi obránci a útočníky byly zjištěny v úrovni absolutních a relativních hodnot anaerobní kapacity. Anaerobní výkon a kapacita u brankářů přitom odpovídá cca 90-95 % úrovně útočníků či obránců, shodně s nálezy dalších studií (Rhodes a spol. (1985). V hodnotách indexu únavy a pozátěžové koncentrace laktátu se vyšetření obránci a útočníci našeho souboru nelišili a u brankářů odpovídaly cca 90 % a 92 % obránců a útočníků.

Srovnání našich hodnot s výsledky zahraničních studií uvádí tabulka 3. Porovnáme-li výsledky kanadských studií navzájem, zjistíme vývoj resp. nárůst hodnot anaerobního výkonu i kapacity od r. 1982 do r. 1995. Uvedené hodnoty u kanadských hráčů jsou však oproti našim asi o 10-20 % nižší a pravděpodobně mimo dílčího ovlivnění vyšší tělesnou hmotností hráčů NHL mohou být dány i odlišnou metodikou testování,

zátěžového protokolu i měřicí techniky. Lze se domnívat, že v kanadských studiích došlo oproti naší metodice vyšetření k určitému podhodnocení výsledků Wingate testu. Tento náš předpoklad o podhodnocení výsledků Wingate testu v kanadských studiích potvrzují nepřímo i reprezentativní srovnávací studie (MacDougall a spol. 1991), kde byly např. hodnoty maximálního anaerobního výkonu 11-12 W.kg⁻¹ a kapacity 270-290 J.kg⁻¹ zaznamenány i u málo anaerobně trénovaných sportovců, např. u maratonců, vytrvalostních běžců, plavců a veslařů. Obdobné výsledky našli i Scott a spol. (1988) i u hráčů pozemního hokeje, tj. 11,5 W.kg⁻¹ a 273 J.kg⁻¹, u nichž nelze předpokládat anaerobní připravenost srovnatelnou s hráči ledního hokeje. Naopak poměrně vysoké hodnoty maximálního anaerobního výkonu a kapacity popsali Smith a Stokes (1985) u volejbalistů (13,5 W.kg⁻¹ a 315 J.kg⁻¹) nebo Serresse a spol. (1989) dokonce 16,2 W.kg⁻¹ a 372 J.kg⁻¹ u rychlobruslařů-sprinterů. Podobně v testu maximálního anaerobního výkonu podle Margarií udávají Houston a Green (1976) u hráčů LH hodnoty 17,7 W.kg⁻¹ u útočníků, 17,3 W.kg⁻¹ u obránců a 14,3 W.kg⁻¹ u brankářů. Široký rozptyl hodnot anaerobních testů zjištěných v jednotlivých studiích ukazuje, že výsledky anaerobního testování získané na různých pracovištích jsou jen obtížně srovnatelné.

Výsledky naší studie, ale některých dalších (Cox a spol. 1995, Rhodes a spol. 1985) ukazují, že se anaerobní předpoklady u útočníků a obránců příliš neliší, jsou ale vesměs (podle předpokladu) vyšší než u brankářů. U brankářů lze sice předpokládat vysoké požadavky na explozivitu, ale je sporné, zda jejich extrémně krátké a rychlé akce lze diagnostikovat právě 30-s Wingate testem. U útočníků a obránců naopak Wingate test vcelku odpovídá požadavkům na diagnostiku kondičních rychlostně-silových schopností, jak bylo prokázáno terénními specifickými testy na ledě (Blatherwick 1983, Rhodes a spol. 1985, Thompson a spol. 1986).

Naše zkušenosti i výsledky zahraničních autorů (Inbar a spol. 1996) ukazují, že prostřednictvím Wingate testu lze spolehlivě odhalit přírůstky či poklesy explozivní rychlostní síly i rychlostně silové vytrvalosti, změny maximálního anaerobního výkonu i kapacity u krátkodobých několikatydenních programů odpovídají asi 10-20 % oproti výchozí úrovni.

Výsledky Wingate testu v závislosti na věku

Anaerobní předpoklady dětí a mládeže jsou obecně nižší než u dospělých a to i při vyjádření na kg tělesné hmotnosti (Inbar a spol. 1996). Je to opačný trend než platí pro relativní hodnoty maximální spotřeby kyslíku, které jsou u dětí a mládeže vyšší než u dospělých. Vyšší úroveň maximálního anaerobního výkonu a kapacity u dospělých sportovců se obvykle přisuzuje vyššímu množství svalové hmoty a síly i vyšším aktivitám enzymů, které určují průběh anaerobní glykolýzy (MacDougall a spol. 1991). Jsou-li rychlostně-silové předpoklady u mládeže rozvíjeny vhodným tréninkem, jejich úroveň se rychle zvyšuje a dosahuje vrchol asi ve 20 letech věku (Makrides a spol. 1984).

Věková charakteristika skupin hokejistů vyšetřených v naší studii zahrnuje hráče od cca 15 let výše (tabulka 4). Tělesná výška útočníků výběru do 16 let a mužstva dorostu byla nižší než u obránců, ale úroveň tělesné výšky počínaje hráči skupiny juniorů a výběru do 17 let se již prakticky nelišila od dospělých (tabulka 5). Tyto růstové změny však neodpovídaly plynulému vzestupu tělesné hmotnosti útočníků i obránců v závislosti na věku, hmotnost brankářů se však v různých věkových skupinách příliš nelišila, s výjimkou výběru do 16 let, kde byla výrazně nižší. Ve všech věkových skupinách přitom byla zjištěna, podle předpokladu, vyšší tělesná hmotnost u obránců než u útočníků (tabulka 6).

Úroveň maximálního anaerobního výkonu v absolutních hodnotách (tabulka 7) se zvyšovala v závislosti na věku vyšetřených hráčů, s výjimkou brankářů, kde mezi dorostem, juniory a dospělými nebyly zjištěny prakticky žádné rozdíly. Relativní hodnoty maximálního anaerobního výkonu (tabulka 8) se u obránců a útočníků zvyšovaly s věkem hráčů, s výjimkou mužstva juniorů, které z hlediska věku i tělesných dimenzí odpovídalo výběru do 18 let, ale nikoli svou funkční připraveností, posuzováno relativními hodnotami maximálního anaerobního výkonu. Hodnoty u brankářů u různých věkových skupin byly srovnatelné, pouze ve výběru do 18 let byly nižší než u brankářů ostatních věkových skupin.

Úroveň anaerobní kapacity vyjádřené v absolutních hodnotách (tabulka 9) rostla v závislosti na věku (s výjimkou brankářů, kde se podstatněji nelišila již od skupiny

dorostu až do dospělosti). Relativní hodnoty anaerobní kapacity (tabulka 10) se obdobně zvyšovaly s věkem útočníků a obránců. U mužstva juniorů, které věkem i tělesnými dimenzemi odpovídá výběru do 18 let, byla zjištěna nižší úroveň anaerobní kapacity (což lze to připisovat rozdílům v trénovanosti i výkonnosti). Relativní hodnoty anaerobní kapacity u brankářů, podobně jako v případě jiných parametrů, se v jednotlivých věkových skupinách navzájem nelišily. Index únavy ve všech skupinách dosahoval v průměru cca 35 až 39 % (tabulka 11). Pozátěžové koncentrace laktátu (tabulka 12) nevykazovaly ve všech případech přímou závislost na věku, vzestupnému trendu se vymykaly např. výsledky u výběru do 17 let nebo jak již bylo uvedeno u předchozích parametrů, u vyšetřeného mužstva juniorů.

Uvedené trendy tělesných dimenzí i parametrů anaerobní výkonnosti v závislosti na věku u vyšetřených hokejových týmů prokázaly odlišnosti mezi útočníky a obránci na jedné straně a brankáři na straně druhé. Podrobné hodnocení by vyžadovalo analyzovat otázku vstupního výběru, problematiku tréninku a výkonnosti jednotlivých týmů i dalších faktorů, které v průběhu vývoje mohou anaerobní schopnosti ovlivňovat. Naším záměrem však bylo podat předběžnou informaci o výsledcích anaerobního Wingate testu u hokejových týmů různého věku i výkonnosti..

Závěry

Testování anaerobních předpokladů hráčů ledního hokeje testy typu Wingate představuje časově i technicky nenáročnou oblast funkční zátěžové diagnostiky, která by mohla být více využívána sportovní praxí. Bez ohledu na obtížné stanovení a diferenciaci "alaktátových", "laktátových" a oxidativních zón energetického hrazení poskytuje test informace o maximálním anaerobním výkonu, anaerobní kapacitě i rychlosti nástupu únavy při krátkodobé rychlostně-silové práci, které mohou být přínosem pro kontrolu trénovanosti a eventuálně i výběr. Hlavním smyslem a cílem testování je odkrývat a objektivně stanovit silné i slabé stránky kondiční rychlostně-silové přípravy hráčů a na druhé straně i objektivizovat efektivitu určitých fází speciálně zaměřené tréninkové přípravy. Opakované testování umožňuje individuální zpětnou vazbu, zvláště je-li prováděno pomocí počítače on-line způsobem. Takové testování může také nepřímo stimulovat hráče k aktivnějšímu a racionálnějšímu

přístupu k tréninkové přípravě. Přitom je využití anaerobních testů v ledním hokeji, podobně jako v jiných sportovních hrách, limitováno tím, že se jedná o testování jen jedné z oblastí kondiční připravenosti a nemusí mít přitom těsnou vazbu na herní výsledky mužstva. Na tomto místě je třeba připomenout známé skutečnosti o modelové povaze všech testů, kterými se vnější i vnitřní podmínky výrazně liší od reálné situace i psychofyzického zatížení ve vlastním utkání. Přesto se domníváme, že uvedené anaerobní testy představují jednu z možností, v rámci širokého spektra diagnostických metodik, které může trenér ledního hokeje ve své práci využít.

Tabulka 1. Podíl energetických systémů (v %) na úhradě činností různé doby trvání vykonávaných s co nejvyšší možnou intenzitou pro danou dobu práce (MacDougall a spol. 1991).

Doba trvání	ATP - CP	Anaerobní glykolýza	Oxidativně
5 s	85	10	5
10 s	50	35	15
30 s	15	62	20
60 s	8	65	30
120 s	4	46	50

Tabulka 2. Srovnání anaerobní výkonnosti u útočníků, obránců a brankářů (průměr a směrodatná odchylka).

	Útočníci (n= 100)	Obránci (n=56)	Brankáři (n=12)
Věk (r)	22,1 ± 1,2	22,8 ± 4,5	21,3 ± 2,6
Výška (cm)	180,9 ± 4,5	182,4 ± 5,1	179,8 ± 4,7
Hmotnost (kg)	82,8 ± 5,4	85,5 ± 6,1	75,5 ± 3,8
Max. anaer. výkon (W)	1170 ± 109	1180 ± 91	988 ± 101
(W/kg)	14,14 ± 1,03	13,8 ± 0,9	13,1 ± 0,9
Anaer. kapacita (kJ)	27,98 ± 2,13	28,2 ± 2,0	24,2 ± 1,8
(J/kg)	338 ± 22	331 ± 18	320 ± 16
Index únavy (%)	38,7 ± 5,7	38,6 ± 3,9	34,6 ± 6,0
Laktát (mmol/l)	13,6 ± 1,4	13,7 ± 1,6	12,5 ± 1,5

Tabulka 3. Srovnání výsledků různých studií (průměr a rozpětí minimálních a maximálních hodnot).

	An. výkon (W.kg ⁻¹)	Kapacita (J.kg ⁻¹)	Index únavy (%)
Kanad. olympionici ^a			
útočníci	11,8	288	-
obránci	11,5	288	-
Profesionálové NHL ^b			
útočníci	10,6	273	-
obránci	10,4	258	-
brankáři	10,6	246	-
Profesionálové NHL ^c			
útočníci	12,0	273	-
obránci	12,0	286	-
brankáři	11,4	258	-
Profesionálové NHL ^d			
útočníci (n= 105)	12,3 (10,5-14,0)	387 (za 45 s)	52,1 (za 45 s)
obránci (n= 57)	12,3 (10,0-14,6)	382 (za 45 s)	52,5 (za 45 s)
brankáři (n= 19)	11,9 (10,1-13,8)	374 (za 45 s)	52,7 (za 45 s)
Současná studie			
útočníci (n= 100)	14,1 (11,1 - 16,9)	338 (279 - 387)	38,7 (24 - 51)
obránci (n= 56)	13,8 (11,3 - 15,7)	331 (271 - 372)	38,6 (28 - 48)
brankáři (n= 19)	13,1 (11,2 - 14,8)	320 (297 - 343)	34,6 (21 - 43)

^a Smith a spol. 1982, ^b Quinney a spol. 1982, ^c Rhodes a spol. 1985, ^d Cox a spol. 1995

Tabulka 4. Věková charakteristika vyšetřených skupin hokejistů
(průměr a směrodatná odchylka).

	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	22,7 ± 4,0 (n= 84)	23,8 ± 4,4 (n= 46)	22,3 ± 2,6 (n= 8)
Výběr ČR „20“	19,1 ± 0,9 (n= 16)	18,4 ± 0,6 (n= 10)	19,2 ± 0,2 (n= 4)
Výběr ČR „18“	17,4 ± 1,1 (n= 17)	16,9 ± 1,2 (n= 10)	17,3 ± 2,0 (n= 6)
Výběr ČR „17“	16,2 ± 0,3 (n= 24)	16,0 ± 0,4 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	15,3 ± 1,4 (n= 23)	15,2 ± 0,2 (n= 15)	15,0 ± 0,3 (n= 7)
Junioři	17,9 ± 0,9 (n=11)	17,6 ± 0,6 (n= 8)	17,8 ± 0,6 (n= 3)
Dorost	15,8 ± 0,7 (n= 15)	15,8 ± 0,4 (n= 8)	15,9 ± 0,4 (n= 2)

Tabulka 5. Tělesná výška u vyšetřených skupin hokejistů
(průměr a směrodatná odchylka).

	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	181,0 ± 4,4 (n= 84)	181,8 ± 5,0 (n= 46)	180,6 ± 5,5 (n= 8)
Výběr ČR „20“	179,4 ± 6,8 (n= 16)	185,1 ± 4,3 (n= 10)	178,2 ± 1,5 (n= 4)
Výběr ČR „18“	181,1 ± 6,7 (n= 17)	182,9 ± 5,4 (n= 10)	179,3 ± 3,0 (n= 6)
Výběr ČR „17“	178,0 ± 5,4 (n= 24)	181,9 ± 4,3 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	173,6 ± 5,6 (n= 23)	177,0 ± 6,3 (n= 15)	176,1 ± 5,3 (n= 7)
Junioři	181,3 ± 4,3 (n=11)	185,4 ± 4,2 (n= 8)	180,8 ± 4,9 (n= 3)
Dorost	173,0 ± 9,4 (n= 15)	178,1 ± 4,2 (n= 8)	179,5 ± 4,0 (n= 2)

Tabulka 6. Tělesná hmotnost u vyšetřených skupin hokejistů (kg, průměr ± směrodatná odchylka)

	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	83,0 ± 5,6 (n= 84)	85,6 ± 6,0 (n= 46)	75,0 ± 3,4 (n= 8)
Výběr ČR „20“	80,7 ± 7,2 (n= 16)	85,2 ± 6,1 (n= 10)	76,5 ± 4,1 (n= 4)
Výběr ČR „18“	77,4 ± 8,0 (n= 17)	80,7 ± 7,6 (n= 10)	74,3 ± 7,7 (n= 6)
Výběr ČR „17“	72,9 ± 4,4 (n= 24)	74,7 ± 4,1 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	67,1 ± 6,7 (n= 23)	77,7 ± 11,0 (n= 15)	65,4 ± 10,1 (n= 7)
Junioři	76,5 ± 6,3 (n=11)	82,0 ± 7,2 (n= 8)	77,6 ± 7,5 (n= 3)
Dorost	64,3 ± 11,8 (n= 15)	69,9 ± 5,3 (n= 8)	77,6 ± 9,3 (n= 2)

Tabulka 7. Absolutní hodnoty maximálního anaerobního výkonu u vyšetřených skupin hokejistů (ve wattech, průměr ± směrodatná odchylka)

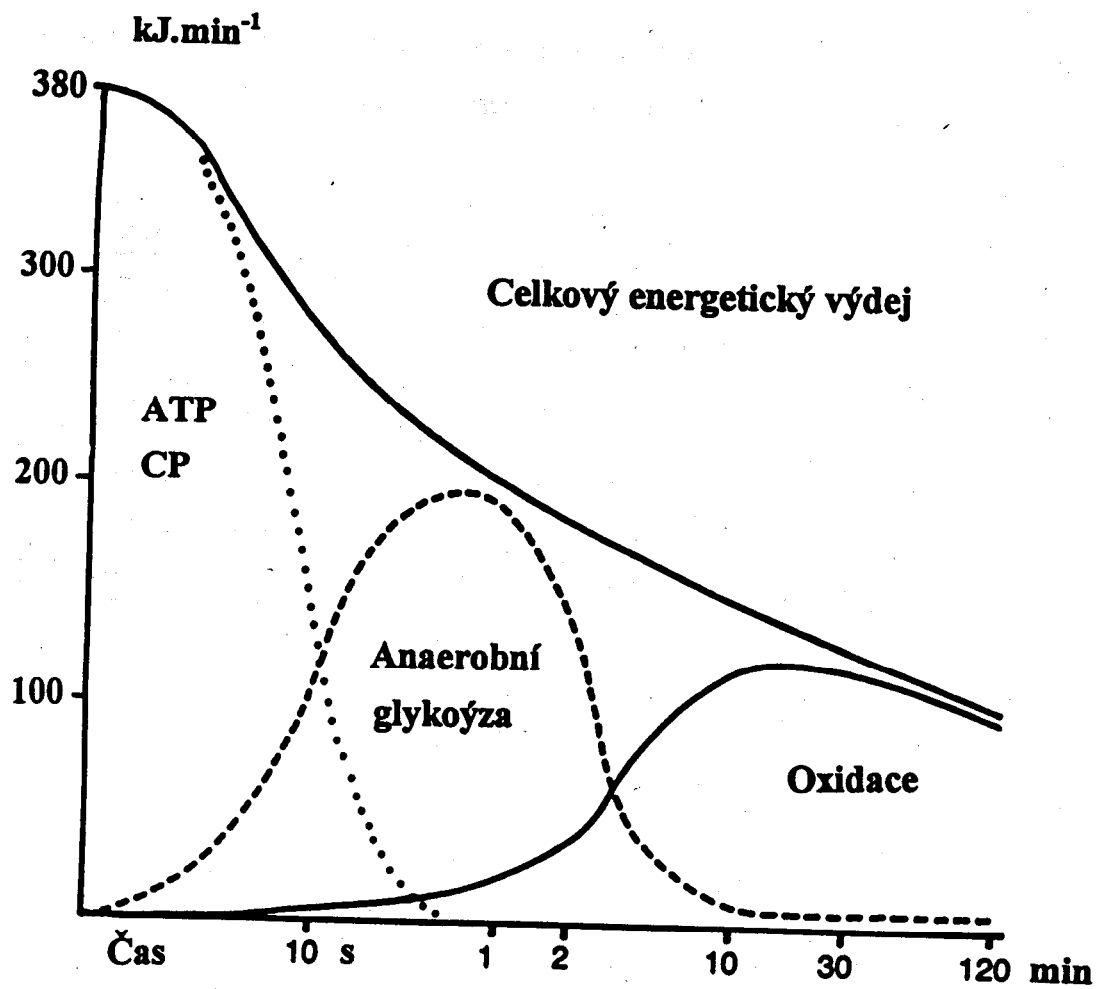
	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	1173 ± 112 (n= 84)	1179 ± 91 (n= 46)	978 ± 87 (n= 8)
Výběr ČR „20“	1124 ± 164 (n= 16)	1183 ± 87 (n= 10)	1007 ± 123 (n= 4)
Výběr ČR „18“	1058 ± 166 (n= 17)	1129 ± 104 (n= 10)	929 ± 144 (n= 6)
Výběr ČR „17“	980 ± 69 (n= 24)	999 ± 86 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	864 ± 95 (n= 23)	913 ± 112 (n= 15)	850 ± 132 (n= 7)
Junioři	971 ± 78 (n=11)	1110 ± 118 (n= 8)	1038 ± 109 (n= 3)
Dorost	867 ± 196 (n= 15)	928 ± 70 (n= 8)	1035 ± 138 (n= 2)

Tabulka 8. Relativní hodnoty maximálního anaerobního výkonu u vyšetřených skupin hokejistů (ve W/kg tělesné hmotnosti, průměr ± směrodatná odchylka)

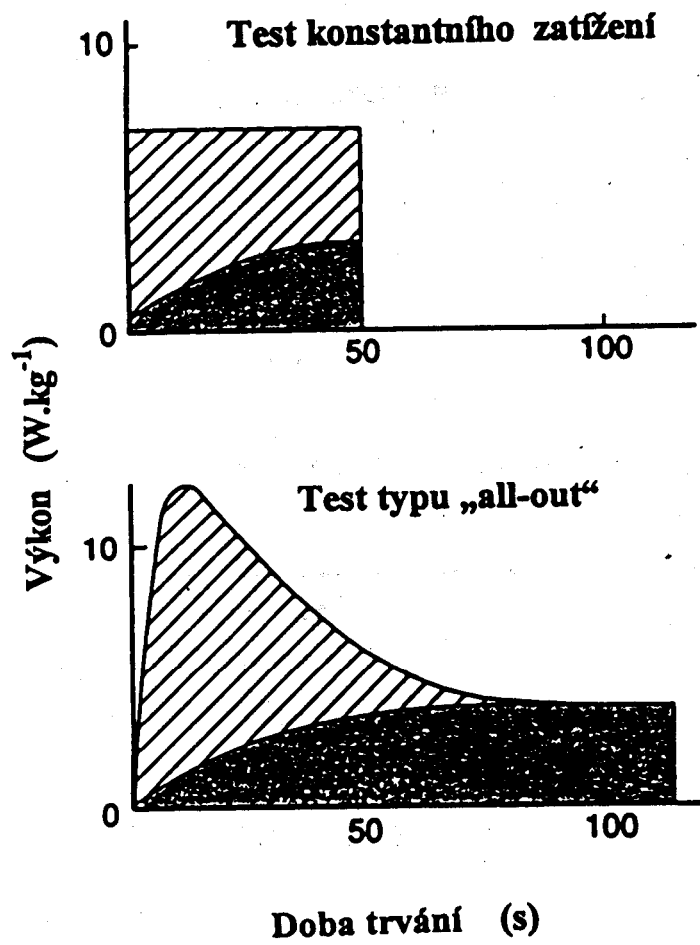
	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	14,2 ± 1,1 (n= 84)	13,8 ± 0,9 (n= 46)	13,0 ± 0,8 (n= 8)
Výběr ČR „20“	13,9 ± 1,2 (n= 16)	13,9 ± 0,7 (n= 10)	13,1 ± 1,1 (n= 4)
Výběr ČR „18“	13,6 ± 1,1 (n= 17)	14,0 ± 0,8 (n= 10)	12,5 ± 1,0 (n= 6)
Výběr ČR „17“	13,4 ± 0,6 (n= 24)	13,3 ± 0,7 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	12,9 ± 1,2 (n= 23)	12,6 ± 1,0 (n= 15)	13,1 ± 0,7 (n= 7)
Junioři	12,8 ± 1,0 (n=11)	13,6 ± 1,0 (n= 8)	13,4 ± 0,9 (n= 3)
Dorost	13,5 ± 0,5 (n= 15)	13,3 ± 1,1 (n= 8)	13,3 ± 0,2 (n= 2)

Tabulka 9. Absolutní hodnoty anaerobní kapacity u vyšetřených skupin hokejistů (v kilojoulech, průměr ± směrodatná odchylka)

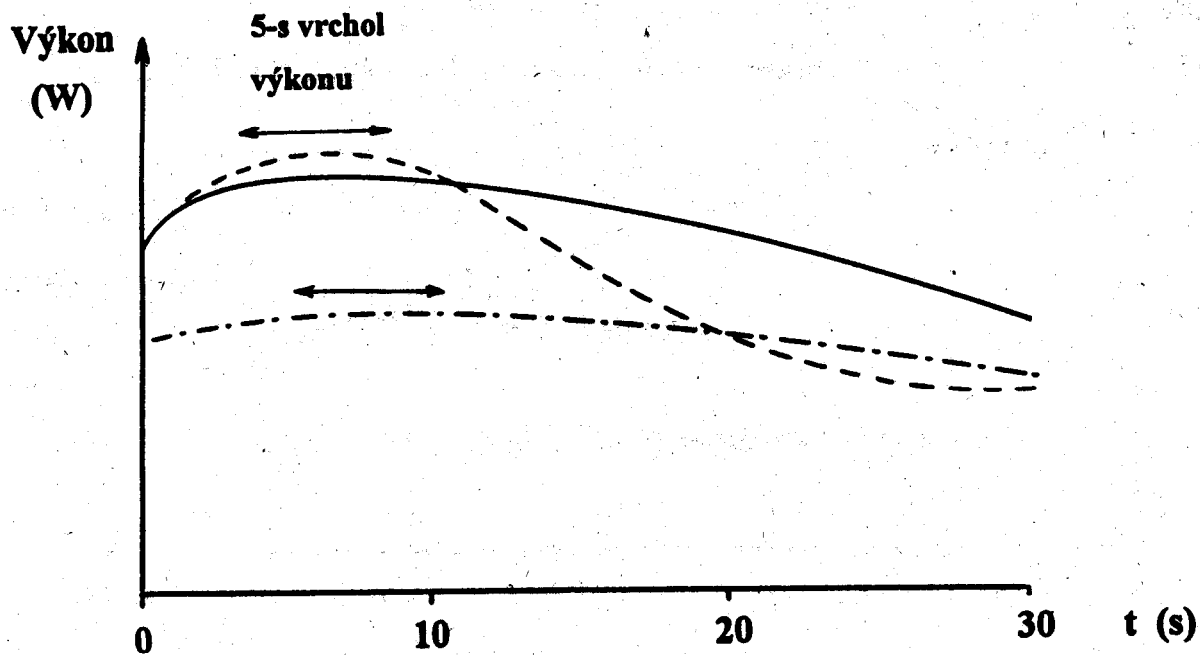
	Útočníci (n= 190)	Obránci (n= 113)	Brankáři (n= 30)
Extraliga	27,8 ± 2,2 (n= 84)	28,1 ± 2,0 (n= 46)	24,0 ± 1,3 (n= 8)
Výběr ČR „20“	27,8 ± 4,0 (n= 16)	28,9 ± 1,8 (n= 10)	24,5 ± 2,4 (n= 4)
Výběr ČR „18“	25,9 ± 4,0 (n= 17)	26,9 ± 2,2 (n= 10)	23,3 ± 2,8 (n= 6)
Výběr ČR „17“	24,3 ± 1,7 (n= 24)	24,7 ± 1,7 (n= 16)	--
Výběr ČR „16“	21,5 ± 2,4 (n= 23)	22,8 ± 2,9 (n= 15)	21,0 ± 3,2 (n= 7)
Junioři	24,0 ± 2,0 (n=11)	26,6 ± 2,1 (n= 8)	25,5 ± 2,0 (n= 3)
Dorost	21,6 ± 4,2 (n= 15)	22,8 ± 1,5 (n= 8)	24,8 ± 3,3 (n= 2)



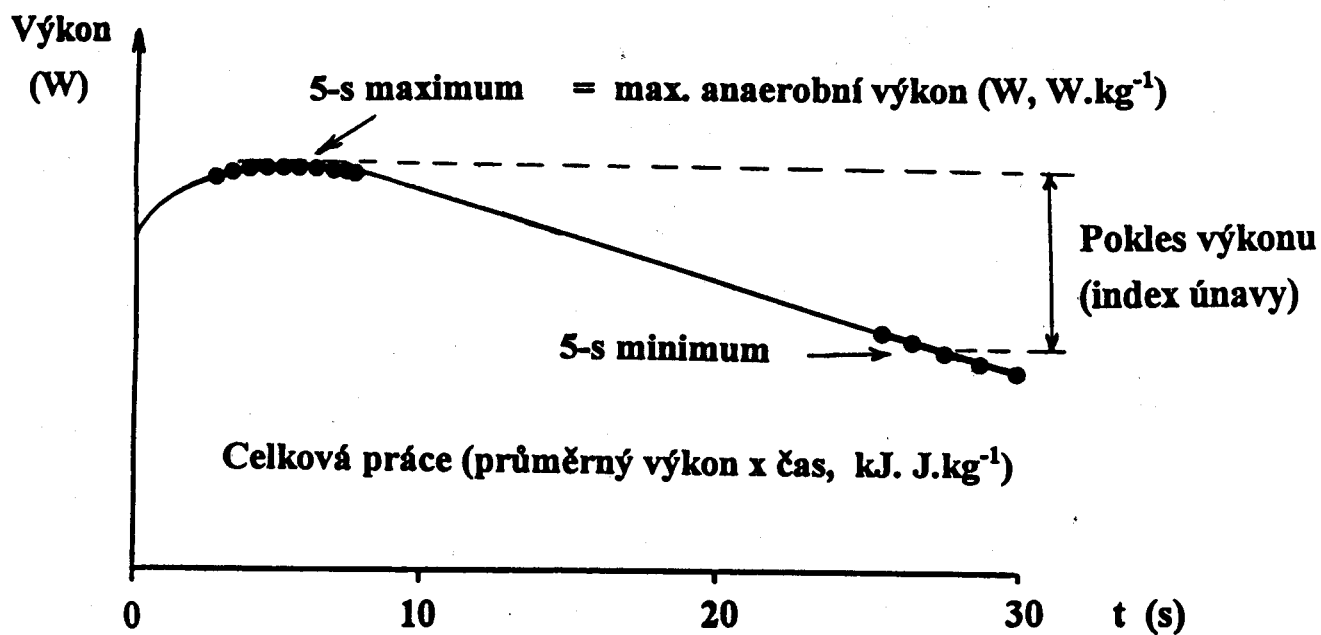
Obr. 1. Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů energetické úhrady v kosterním svalu v závislosti na době trvání zatížení (v logaritmické škále). (MacDougall a spol. 1991).



Obr. 2. Srovnání dynamiky výkonu v anaerobním testu konstantního zatížení a v průběhu 30-s anaerobního Wingate testu. Šrafovaná oblast značí podíl neoxidativní a tmavá oblast oxidativní energetické úhrady.



Obr. 4. Typický průběh výkonu v 30 s Wingate testu u hráče s vysokou úrovní explozivní rychlostní síly (čárkovaně), hráče „vytrvalostního“ typu (čerchovaně) a „všestranného“ hráče s vysokou úrovní explozivity i rychlostně-silové vytrvalosti (plnou čarou).



Obr. 3. Dynamika výkonu v průběhu 30-s anaerobního Wingate testu a popis parametrů testu.