

VĚDECKÝ ČASOPIS

ISSN 2570-7612

ROČNÍK 3 | ČÍSLO 1 | 2019

# DIAGNOSTIKA A PORADENSTVÍ V POMÁHAJÍCÍCH PROFESÍCH

AKTUÁLNÍ TRENDY

VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ A DIAGNOSTICE

VYSOKÁ ŠKOLA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
PALESTRA, SPOL. S R.O.

**PALESTRA**

VĚDECKÝ ČASOPIS

ISSN 2570-7612

ROČNÍK 3 | ČÍSLO 1 | 2019

# DIAGNOSTIKA A PORADENSTVÍ V POMÁHAJÍCÍCH PROFESÍCH

AKTUÁLNÍ TRENDY  
VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ A DIAGNOSTICE

# **DIAGNOSTIKA A PORADENTSTVÍ v pomáhajících profesích**

## **Vědecký recenzovaný časopis**

### **Vědecká rada**

doc. PhDr. Jaroslav Balvín, CSc. Univerzita Tomáše Bati, Zlín  
Prof. ThDr. Josef Dolista, ThD. Ph.D., 1LF UK, Praha  
PhDr. Marcela Ehlová, Ph.D., FF UPCE Pardubice  
Prof. Dr. Elena Gonchareva, Ph.D., Institute of Special Education of Russian Academy of Education Moskva  
doc. MUDr. Lidmila Hamplová, Ph.D., Vysoká škola zdravotnická o.p.s. Praha  
doc. PhDr. Petr Hlaďo, Ph.D., Masarykova univerzita Brno  
doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D. 2. LF UK, Praha  
doc. PaedDr. Anna Kucharská, Ph.D., Pedagogická fakulta UK Praha  
doc. PaedDr. Slavomír Laca, Ph.D., Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA, spol. s r.o. Praha  
PhDr. Jitka Lorenzová, Ph.D., Filozofická fakulta UK Praha  
Mgr. Eva Marková, Ph.D., Vysoká škola zdravotnická Praha  
Prof. MUDr. Pavel Maruna, CSc, FF TU Trnava  
doc. PhDr. Jitka Němcová, Ph.D., Vysoká škola zdravotnická Praha  
doc. PhDr. Beata Pitula, Ph.D., Uniwersita Ślaski, Katowice, Poland  
Dr. Ekaterina Popova, Ph.D., Russian Academy of Sciences Moskva  
PhDr. Peter Rusnák, Ph.D., FF TU Trnava  
Prof. PhDr. Wenceslava Sacher, Ph.D., Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. J. Korczaka w Katowicach  
doc. PhDr. Daniela Stackeová, Ph.D., Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA, spol. s r.o. Praha  
PhDr. Klára Špačková, Ph.D. UK Praha  
Prof. PaedDr. Gabriel Švejda, CSc., FAMO Písek  
doc. PhDr. Pavel Tilinger, CSc., Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA, spol. s r.o. Praha  
Mgr. Katarína Maria Vadíková, Ph.D., FF TU Trnava, SR  
Prof. PhDr. Alena Vališová, Ph.D., Masarykův ústav ČVUT Praha

**Šéfredaktorka:** doc. PhDr. Markéta Švamberk Šauerová, Ph.D.

**Výkonná redaktorka:** Alena Malcová

**Hlavní editor vydání:** doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

© **Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA, spol. s r.o.**  
Praha 2019

ISSN 2570-7612

## OBSAH

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>Pavel KYSEL, Zdeněk VILIKUS, Klára DAŘOVÁ</b>	<b>5</b>
NÍZKOSACHARIDOVÉ REŽIMY A JEJICH VLIV NA SPORTOVNÍ VÝKON A TĚLESNÉ SLOŽENÍ LOW-CARBOHYDRATE REGIMES (LOW CARB DIET, THE CYCLICAL KETO-GENIC DIET, INTERMITTENT FASTING) AND THEIR IMPACT ON BODY COMPOSITION AND SPORTS PERFORMANCE	
<b>Hana BUBNÍKOVÁ</b>	<b>18</b>
UŽÍVÁNÍ DOPLŇKŮ STRAVY U MLADÝCH SPORTOVců USING YOUNG SPORTS FOOD SUPPLEMENTS	
<b>Zdeněk VILIKUS, Radka PETRÁKOVÁ-DOLEŽALOVÁ, Pavel KYSEL, Simona MAJEROVÁ</b>	<b>24</b>
POTRAVNÍ DOPLŇKY S PŘÍMÝM VLIVEM NA SPORTOVNÍ VÝKON V SOUČASNÉ SVĚTOVÉ LITERATUŘE, ČÁST 1: BIKARBONÁT, BETA-ALANIN NUTRITIVE SUPPLEMENTS AND THEIR INFLUENCE ON SPORTS PERFORMANCE IN CONTEMPORARY WORLD LITERATURE, PART ONE: BICARBONATE, BETA-ALANINE	
<b>Beata PITULA, Barbara GRZYB</b>	<b>37</b>
FORECASTING AND PROGNOSING IN EDUCATION	
<b>Markéta ŠVAMBERK ŠAUEROVÁ, Lucie BLAŽKOVÁ</b>	<b>51</b>
VYUŽITÍ KOUČINKU VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ USING COACHING IN NUTRITION CONSULTING	
<b>MEDAILONEK – Ing. Petr Havlíček</b>	<b>59</b>
<b>RECENZE – MCGREGOR, Renee. Ortorexie: posedlost zdravou stravou. (MUDr. Jozef Martinča)</b>	<b>60</b>
<b>PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK</b>	
<b>Zdeněk VILIKUS, Radka PETRÁKOVÁ-DOLEŽALOVÁ, Pavel KYSEL, Simona MAJEROVÁ</b>	<b>62</b>
ÚČINKY KOENZYMU Q10 NA SPORTOVNÍ VÝKON V ODBORNÉ LITERATUŘE - REVIEW	

## EDITORIAL

Vážení čtenáři, milí kolegové,

aktuální – opět monotematicky zaměřené vydání časopisu Diagnostika a poradenství v pomáhajících profesích - se věnuje problematice výživového poradenství.

Cílem výživového poradenství je orientace v odborné problematice zaměřené na základní vztahy mezi výživou, pohybem a civilizačními nemocemi a také v moderních diagnostických metodách využívaných v oblasti výživy i sportovních aktivit.

Východiskem výživového poradenství bývá primárně filozofické pojetí „zdraví“, které se stává stále důležitějším atributem nejen na trhu práce, ale i v osobním životě. Na důležitosti nabývají jak služby, tak i nejrůznější prostředky spojené s prevencí nemocí, upevňováním zdraví a zlepšením celkové kondice. Stále častěji se zdůrazňuje i nutnost péče o zdraví lidí, která jednoznačně směřuje především k tzv. primární prevenci a podpoře zdravého životního stylu.

S ohledem na aktuální společenské vnímání hodnoty zdraví a péči o něj je nutné uvažovat problematiku výživového poradenství komplexně a klást důraz na pochopení souvislostí celé problematiky.

Z tohoto úhlu pohledu je ve výživovém poradenství velmi důležité věnovat pozornost kvalitě celého edukačního procesu –

procesu práce s klientem, proto jsou součástí 5. čísla i příspěvky zaměřené na problematiku edukačního prognózování a problematiku koučování jako specifické metody práce s klientem.

Kromě takto tematicky orientovaných textů se čtenáři mohou seznámit s přehledovou studií věnovanou suplementům ve výživovém poradenství, s odborným článkem autorského kolektivu zaměřeným na téma nízkosacharidových režimů a jejich vlivu na sportovní výkon a tělesné složení či s odborným textem přibližujícím problematiku užívání doplňků stravy u mladých sportovců, kde autorka vychází z vlastní profesní zkušenosti sportovního kouče.

Závěr je věnován medailonku ing. Petra Havlíčka, který patří mezi mediálně známé výživové poradce, věnuje se nejen poradenství v oblasti zdravého životního stylu, ale i bohaté činnosti publikační a pedagogické.

Věříme, že toto číslo přispěje k obohacení dosavadních znalostí i zkušeností našich čtenářů a jednotlivé texty se stanou součástí dalších odborných diskusí.

Doc. PhDr. Markéta Švamberk Šauerová, Ph.D.  
Doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

## NÍZKOSACHARIDOVÉ REŽIMY A JEJICH VLIV NA SPORTOVNÍ VÝKON A TĚLESNÉ SLOŽENÍ

LOW-CARBOHYDRATE REGIMES (LOW CARB DIET, THE CYCLICAL KETOGENIC DIET, INTERMITTENT FASTING) AND THEIR IMPACT ON BODY COMPOSITION AND SPORTS PERFORMANCE

PAVEL KYSEL, ZDENĚK VILIKUS, KLÁRA DAŘOVÁ

**Abstrakt:** Úvod: Obecně je známá zkušenost, že při omezeném příjmu sacharidů dochází ke snížení vitality člověka a ke snížení jeho sportovního výkonu. Cílem moderních nízkosacharidových diet, především cyklické ketogenní diety, je rychlá optimalizace tělesného složení s výrazným úbytkem podkožního tuku při maximálním zachování svalové hmoty a sportovní výkonnosti. Cíl: Provést rešerši současné odborné literatury a zjistit účinnost nízkosacharidových a ketogenních diet na tělesné složení a sportovní výkony různého typu. Metoda: Podle klíčových slov jsme v internetových databázích našli 354 článků, z nichž plně validních bylo 36. Výsledky: U vytrvalců se asi po týdnu tělo adaptuje na stravu bohatou na tuky a obecně oxidace tuků poskytuje dostatek energie ve formě intramuskulárních triacylglycerolů či volných mastných kyselin v plazmě. Teoreticky by tak mělo docházet k šetření svalového glykogenu jako nejcennějšího energetického zdroje pro vytrvalostní sportovní výkon vysoké intenzity. Většina prací potvrdila, že zvýšená tuková oxidace nepokryje u vytrvalců ani u silových sportovců energetickou potřebu a vlivem nedostatečné konzumace sacharidů dojde k poklesu výkonnosti. Většina studií se shoduje v nutnosti dodržovat high-fat diet (HFD) 5 dní, následovanou 1-2 dny sacharidové superkompenzace před vytrvalostním sportovním výkonem. Ketodiety mohou být aplikovány pouze při ultrakrátkých silových výkonech. Závěry: Většina prací potvrdila, že zvýšená tuková oxidace nepokryje u vytrvalců ani u silových sportovců energetickou potřebu a vlivem nedostatečné konzumace sacharidů dojde k poklesu výkonnosti.

**Klíčová slova:** nízkosacharidové režimy, ketogenní dieta, tělesné složení, sportovní výkon

**Abstract:** Introduction: In general, traditional experience is known that reduced carbohydrate intake reduces human vitality and reduces its sporting performance. The goal of modern low carbohydrate diets, especially cyclic ketogenic diet, is to rapidly optimize body composition with a significant decrease in subcutaneous fat while maintaining muscle mass and sports performance. Objective: Carry out a research of current professional literature and find out the effectiveness of low-carbohydrate and ketogenic diets on body composition and sports performance of various types. Method: Based on keywords, we found 354 articles in internet databases, of which a total of 36 were

*valid. Results: After a week, the body adapts to a fat-rich diet, and in general fat oxidation provides enough energy in the form of intramuscular triacylglycerols or free fatty acids plasma. Theoretically, muscle glycogen should be investigated as the most valuable energy source for longer-lasting sports performance of high intensity. Most of the work has confirmed that increased fat oxidation does not cover an energy demand in the survivors or force athletes, and performance decreases due to insufficient carbohydrate consumption. Most studies coincide with the need to maintain a high-fat diet (HFD) for 5 days, followed by 1-2 days of carbohydrate supercompensation before endurance sports performance. Ketodiets can only be applied at ultra-short power runs. Conclusions: Most of the works have confirmed that increased fat oxidation does not cover an energy demand in the endurance or resistance athletes, and performance decreases due to the insufficient carbohydrate consumption.*

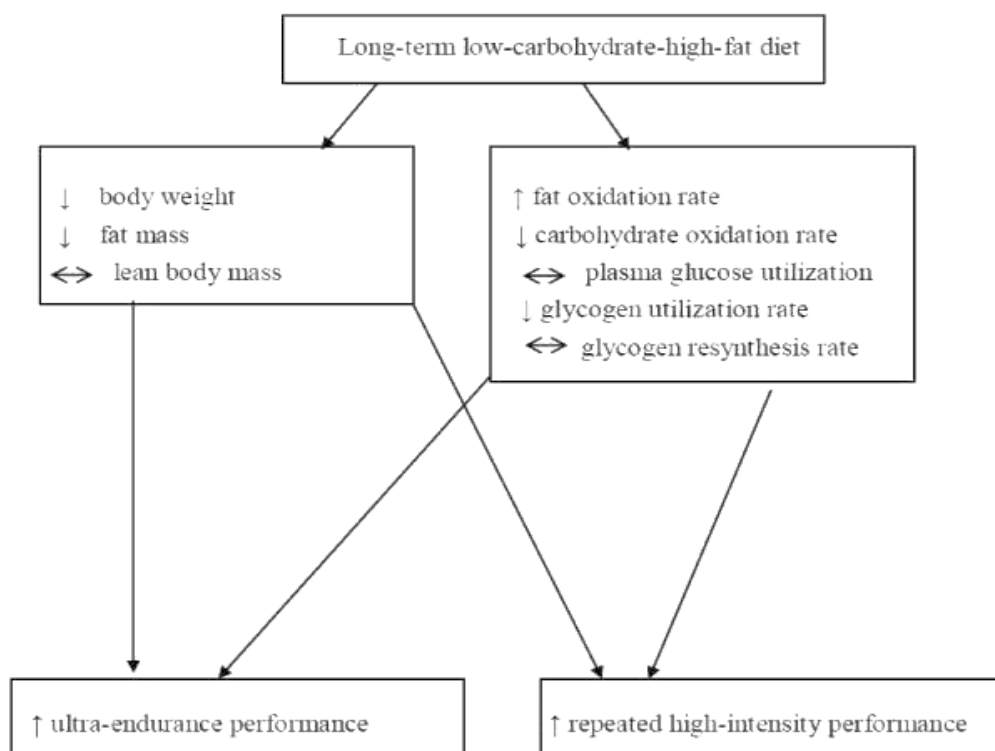
**Keywords:** low-carbohydrates regimes, ketogenic diet, body composition, sports performance

## ÚVOD

Redistribuce podkožního tuku, spolu s optimalizací čisté svalové hmoty, je cílem nejen fyzicky aktivních mužů a žen, ale částečně i zbylé většinové populace, která vnímá tento trend moderní doby jako žádoucí a společensky výhodnější. Obecně přijatá norma pro

stravování říká, že člověk by měl přijímat potravu 5x denně s určitým poměrem makroživin, obvykle 55% sacharidů, 15% bílkovin a 30% tuků. Trojpoměr živin lze pak dále upřesňovat podle výkonnostních sportovních cílů a rozvoje té které pohybové schopnosti.

**Obr. 1 Předpoklad účinku dlouhodobého dodržování nízkosacharidové vysokotukové diety (Low-Carbohydrate-High-Fat diet) LCHF Chang, 2017**



Poslední desetiletí je, především ve sportovní výživě, charakteristické hledáním alternativních cest k dosažení optimálního tělesného složení, ideálně současně se zachováním či lépe zlepšením sportovního výkonu. Současné trendy ve sportovní výživě sahají stále častěji k minimalizaci sacharidové složky (do 30 g denně) a naopak k maximalizaci složky tukové, při které není hlavním energetickým substrátem pro lidské tělo glukóza, ale ketolátky, vznikající právě při metabolismu tuků za podmínky dostatečného vyčerpání glykogenu. Krátkodobá ketogenní dieta je velmi efektivní, nicméně je náročná, s ohledem na sestavení vhodného jídelníčku. K dosažení ketogeneze (s průkazem ketolátek v krvi) je nutno dodržovat dietu velmi důsledně, nelze ji dodržovat jen částečně, což ji zásadně odlišuje od např. sacharidových vln.

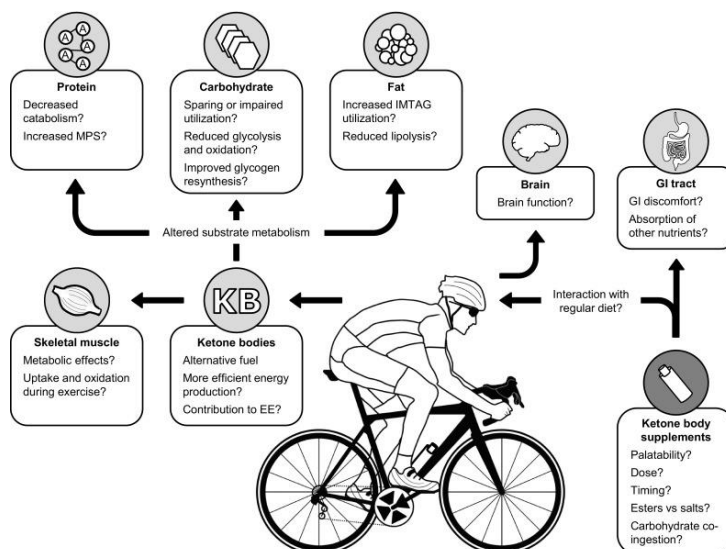
Standardní cesta vedoucí přes kalorickou restrikcí tuků (low fat diet), klasické redukční diety či běžnější sacharidové vlny (různé dávkování sacharidů v každém dni) jsou velmi populárním nástrojem. Jejich podstatou, jako u všech jim podobných diet, je především vytvoření energetického deficitu. U sacharidových vln je navíc dodávka této energie nestálá, čímž nedochází v organismu postupem času k nežádoucí adaptaci. Nízkosacharidové režimy přichází s „novinkou“ ve formě omezení sacharidů a naopak kompenzují chybějící energii přebytkem tuku (až 70% energie připadá na tuky) ve stravě. Toto omezení však musí mít určitá pravidla,

neboť je bezpodmínečně nutné, aby se organismus dostal do tzv. ketózy, kdy jsou jako náhradní energetický substrát (za chybějící glukózu) použity tzv. ketolátky. Ketolátky jsou produkty metabolismu tuků a jako zdroj energie organismus využívá především tyto tři: beta-hydroxy butyrát, aceton a acetoacetát. Je potřeba odlišit ketoacidózu, jež je charakterizována jako extrémní forma ketózy a kde již tělo nedokáže kompenzovat produkci ketolátek v krvi. Tento stav se nejčastěji objevuje u neléčeného diabetu 1. typu či u dlouhodobého alkoholismu a může dokonce ohrozit pacienta na životě. Naproti tomu např. hladovění či výrazné omezení sacharidů s kompenzatorním navýšením tuků ve stravě vede k nutriční ketóze bez rozvoje metabolické acidózy.

Jsou známy čtyři formy ketogenních diet: Cyklická ketogenní dieta (CKD), Cílená ketogenní dieta (TKD-targeted), Standardní ketogenní dieta (SKD) a Ketogenní dieta (KD) s vysokým obsahem bílkovin. Především první dva typy jsou použitelné u sportovců, jelikož řeší vztah mezi sportovním tréninkem (především rezistentní trénink i s kombinací aerobních aktivit) a cílenou úpravou stravy ve prospěch tuků. U TKD-targeted diety jsou navíc doplňovány sacharidy (do 50 g) před tréninkem i po tréninku, což má vliv na progresi sportovního výkonu, nejen na redistribuci tukových zásob jako je tomu u CKD.



Obr. 2 Potencionální efekt ketonů v rámci metabolismu (vliv na sportovní výkon) Pinckaers, 2012



Cyklická ketogenní dieta (CKD) je forma ketogenní diety, ve které se střídají dvě různě dlouhé fáze, delší fáze nízkosacharidová (low carb) a kratší fáze vysokosacharidová (high carb). Je to dieta, v níž převažuje vysoký příjem tuků, přiměřený příjem bílkovin a nízký příjem sacharidů. Cílem je rychlá optimalizace tělesné hmotnosti s výrazným úbytkem podkožního tuku a maximálním zachováním svalové hmoty.

KD, low carb diety či diety založené na přerušovaném hladovění (Intermittent fasting) mají obecně za cíl snížit hladinu sacharidů, především glukózy v krvi a tím optimalizovat nejen složení těla, ale i zdravotní a psychický stav jedince.

Předpokladem dosažení individuálních cílů prostřednictvím CKD je nejen samotná strava, ale i dostatečně náročný trénink vyčerpávající svalový glykogen, dále pak vyřazení nevhodných potravin, které mohou v těle spustit glukoneogenezi z nesacharidových složek (bílkovin a aminokyselin), vhodný poměr tuků a bílkovin (2-3:1 ve prospěch tuků), minimalizace stresu a v neposlední řadě zařazování dnů s vysokým příjmem sacharidů. Hladinu

ketolátek v moči je nutné měřit minimálně 2x denně, optimálně ihned po probuzení a poté v průběhu dne, pomocí Ketophan/Diaphan (diagnostické proužky ke stanovení ketolátek v moči).

Efekt ketogenní diety spočívá v tom, že vyčerpá-li jedinec své vlastní, velmi malé, množství zásobního sacharidu ve formě svalového glykogenu (od 300-600g, dle trénovanosti jedince, jeho zatížení, předešlé superkompenzaci aj.) pak nutně musí organismus hledat alternativní zdroje poskytující energii pro svalovou práci. Jedním z nich mohou být právě volné mastné kyseliny (VMK), které mohou být využity většinou tělesných tkání, na druhou stranu, mozek nedokáže tento zdroj využít. Na řadu přichází právě ketolátky jako produkt nekompletního metabolismu VMK v játrech. Při zvýšené produkci ketolátek se jejich hladina v krevním řečišti zvyšuje a způsobuje výše zmíněný stav nutriční ketózy, či jen zkráceně ketózu. Současně dochází ke snížení produkce a využívání glukózy a zároveň se minimalizuje využití proteinu v procesu glukoneogeneze. Z toho důvodu je přednostně v těle využíván

tuk, jakožto primární zdroj energie a jedinec redukuje především z vlastních tukových zásob.

Stejně jako je žádoucí podpořit redukcí tuku vhodným cvičením, tak i v tomto případě je potřebná zvýšená tělesná aktivita. Vzhledem k tomu, že ketogenní diety obsahují minimální podíl sacharidů ve stravě, pak je skoro nemožné udržet výkonnost při cvičeních vysoké intenzity, využívajících právě sacharidy, především glukózu, proto je nutné volit tak spíše cvičení s nižší intenzitou. Pokud chce jedinec využívat potenciálu ketogenní diety a zároveň nesnižovat intenzitu zatížení, pak je nutné nějakým způsobem sacharidy ve stravě opatrně doplňovat, ale zároveň dodržovat principy, aby byl organismus stále ve stavu ketózy. K tomu slouží především dvě ze zmíněných diet a to TKD a CKD.

Cílem naší práce bylo provést rešerši současné odborné literatury a zjistit účinnost nízkosacharidových a ketogenních diet na tělesné složení a sportovní výkony různého typu.

## **METODA**

Podle klíčových slov jsme v internetových databázích našli 354 článků, z nichž plně validních bylo 36. Podle názvu jsme vyřadili 8 duplicitních studií a podle abstraktu jsme dále vyřadili 281 irelevantních studií. Z tematicky relevantních fulltextů jsme dále vyřadili 29 studií, kde chyběla kontrolní skupina, placebo a práce, které nesplňovaly některou z podmínek (délka studie, typ zatížení aj.). Finální počet prací byl 36.

## **VÝSLEDKY**

### **Účinky ketogenních diet na sportovní výkon**

Devět studií (viz. Tab 1) nepotvrdilo žádné zlepšení sportovního výkonu, ať už na úrovni silového či vytrvalostního výkonu či jejich metabolického předpokladu. Phinney (19) po aplikaci ketogenní diety u 5 cyklistů a v délce trvání více jak 28 dnů, nezjistil žádnou výraznou změnu ve vytrvalostním výkonu těchto cyklistů. Obecnou snahou dalších výzkumů bylo prokázat zvýšení oxidace tuku, které by mělo logicky nastat současně se snížením aktivity svalové glykogenolýzy během prodlouženého submaximálního výkonu. Ušetření zásob svalového glykogenu by se mohlo stát významnou výhodou v rozhodujících okamžicích závodu.

Hawley (10) během 7-10 dnů neprokázal vlivem vysokotukové diety složené ze 60-70 % tuku a 15-20 % sacharidů u vytrvalců žádné zlepšení dlouhodobého výkonu v intenzitách okolo 60%  $VO_{2max}$ . Dokonce ani přímá suplementace MCT (triacylglyceroly se středně dlouhým řetězcem) neměla žádoucí účinek. K obdobným výsledkům dospěli následně i Miller, Burkeová, Voght či Zhender (3, 14, 26, 35), kteří testovali vliv omezení sacharidů ve stravě u sportovců na úrovni intenzity kolem 65%  $VO_{2max}$ . Jednotlivé studie se lišily především v době trvání diety, od velmi krátkých 1,5 dne (35) až po 35 dní (26), ale sportovní výkon se vlivem diet nezlepšil. Obdobně Paoli, Sawyer a Waldman (18, 21, 31) testovali vliv ketogenní diety na silový výkon. Probandy jejich výzkumů tvořili gymnasti (18) či přímo sportovci věnující se odporovému tréninku (21, 31). Délka experimentu se pohybovala od 7 do 30 dní, avšak bez pozitivního účinku ketogenní diety na silový výkon.

**Tab. 1 Ketogenní diety bez efektu na sportovní výkon**

Žádný účinek ketogenní diety na sportovní výkon					
č.	autor	rok	probandi	dny	výkon
1	Phinney	1983	5 cyklistů	>28	žádná významná změna ↔
2	Hawley	1998	vytrvalci	10	intenzita 60 % VO <sub>2max</sub> ↔
3	Miller	1999	vytrvalci	N/A	intenzita 65 % VO <sub>2max</sub> ↔
4	Burke	2002	8 sportovců	5	intenzita 70 % VO <sub>2max</sub> ↔
5	Vogt	2003	11 duatlon	35	intenzita střední až vysoká
6	Zehnder	2006	11 vytrvalců	1,5	20 km časovka ↔
7	Paoli	2012	8 gymnastů	30	silový výkon ↔
8	Sawyer	2013	31 trénovaných	7	silový výkon ↔
9	Waldman	2017	11 silových sportovců	15	žádná významná změna ↔

Autoři 9 studií (Tab 2) zjistili že po aplikaci ketogenní diety došlo ke zhoršení nejen u vytrvalostních a silových sportovců, ale i u probandů, kteří začali cíleně dodržovat tréninkový plán novým dietním režimem. Maughan a Miller (12, 14) zjistili, že v první týdnu adaptace organismu na high-fat dietu dochází k přechodnému, ale výrazné-

mu zhoršení výkonu o 10-30% (14). Po 3-4 týdnech se výkony vrací k původním nebo téměř původním výkonům než před započítáním restrikce sacharidů. Burkeová ve své review (2, 3) tyto výsledky potvrdila a dokonce pokládá taková dietní omezení při intenzitách nad 80% VO<sub>2max</sub> za škodlivá.

**Tab. 2 Ketogenní diety s negativním vlivem na sportovní výkon**

Zhoršený sportovní výkon vlivem ketogenní diety					
č.	autor	rok	probandi	dny	výkon
1	Maughan	1997	kolo, posilování	3 až 4	↓o 10-30% kolo, ↓odporový trénink
2	Miller	1999	posilování	N/A	↓odporový trénink
3	Flemming	2003	20 sportovců	42	↓vytrvalost i silový výkon
4	Burke	2004	obecně sportovci	>28	↓ vytrvalost i silový výkon
5	Burke	2015	obecně sportovci	>28	↓ vytrvalost i silový výkon
6	Escobar	2016	18 crossfit	>28	↓ silová vytrvalost
7	Urbain	2017	42 vytrvalci	>42	↓vytrvalost i silový výkon
8	Zinn	2017	5 nesportovců	>70	↓ kolo/ běh
9	Burke	2017	review	review	↓>80% VO <sub>2max</sub>

Zlepšený výkon vlivem low-sacharidové diety prokázali pouze u 3 autoři (11, 20, 32). Avšak zlepšení výkonu v časovce u testovaných cyklistů došlo, když po desetidenní aplikaci vysokotukové diety zařadil Lambert (11) tři dny vysokosacharidové diety (až 70% sacharidů ve stravě), poté své probandy po cyklistickém výkonu trvajícím 150 min při 70% VO<sub>2max</sub> testoval

v časovce na 20 km. Navíc aplikoval hodinu před samotným výkonem 400 ml MCT a v průběhu výkonu ještě 600 ml MCT v kombinaci se sacharidy.

Webster (32) naopak aplikoval LCHF u výkonnostního triatleta po dobu 4 týdnů (během tréninků pouze voda) a dále 3 týdny, kdy v tréninku přidával 60 g sacharidů za hodinu. Poměrně komplexní testování spočívalo ve

sprintu na 30 s, sprintu po dobu 4 minuty, v časovce na 20 km a časovce na 100 km. Ve srovnání s LCHF se doba v časovce na 20 km zlepšila po LCHF s přidáním sacharidů o 2,8%, což by znamenalo velký rozdíl v konkurenci. Výkon ve 30 s sprintu se nezměnil, k malému zlepšení (o 1,6%) došlo ve 4minutovém sprinterském výkonu a malému zhoršení (o 1,1%) v časovce na 100 km. Autoři dospěli k závěru, že přidání sacharidů během výkonu bylo pro tohoto sportovce zvyklého na vysokotukovou dietu prospěšné pro výkon v trvání 4 až 30 minut. Ale nebylo prospěšné pro 30 s sprint ani pro dlouhodobý vytrvalostní výkon.

Rhyu (20) zkoumal rozdíl ketogenní diety a standardní vysokosacharidové diety u 20 teakwondistů ze středních škol. Obě skupiny dodržovaly dietu po dobu 3 týdnů. Kromě mnoha dalších testů Rhyu testoval faktory fitness (2km běh, Wingate test, síla úchopu, síla svalů zad, sed-lehy, 100 m sprint, skok daleký z místa a stoj na jedné noze). Zjistil zlepšení v běhu na 2 km a ve Wingate testu u keto-skupiny, která dosáhla lepších výkonů a cítila se méně vyčerpaně. V ostatních ukazatelích dosáhly obě skupiny srovnatelných výsledků.

**Tab. 3 Ketogenní diety s pozitivním vlivem na sportovní výkon**

Zlepšený sportovní výkon vlivem ketogenní diety					
č.	autor	rok	probandi	dny	výkon
1	Lambert	2001	5 cyklistů	10+3 (CKD)	↑ výkon, ↓ čas 20 km
2	Rhyu	2014	10 teakwondo	3 týdny	↑ výkon na 2km, ↑ Wingate
3	Webster	2017	vytrvalci	4+ 3 týdny (TKD)	↑ výkon mezi 4-30 min.

### Účinky ketogenních diet na složení těla

Většina provedených studií se shoduje v pozitivním efektu ketogenních diet na složení těla. Délka studií byla v rozmezí od 1 týdne (23) do 104 týdnů (22). Mnoho probandů bylo vybráno z aktivních sportovců (8, 9, 13, 18, 21, 23, 34,), v jiných studiích byli pokusnými osobami pacienti (6) či přímo obézní (22). U všech těchto studií se potvrdil pozitivní vliv ketodiety na snížení tělesné hmotnosti, díky významnému zvýšení oxidace tuků a zároveň snížení oxidace sacharidů.

Autoři, kteří studovali vliv ketodiety na tělesné složení především u sportovců (1, 2, 6, 7, 8, 12, 16) dospěli ve svých studiích k jednoznačnému názoru, že v rámci omezení sacharidů ve stravě, se zdroje paliva mění z přednostní glukózy a mastných kyselin na mastné kyseliny a především ketony a že diety stanovující množství tuků a energie dle chuti (non-restricted, ad-libitum) vedou k redukci chutí a ve finále právě ke snížení tělesné hmotnosti.

**Tab. 4 Ketogenní diety a jejich vliv na složení těla**

Ketogenní dieta a tělesné složení					
č.	autor	rok	probandi	doba	tělesné složení
1	Flemming	2003	20 sportovců	6 týdnů	↓těl. hmotnost, ↑oxidace tuků
2	Stellingwerf	2005	7 cyklistů	1 týden	↑oxidace tuků, ↓oxidace sacharidů
3	Nordmann	2006	447 nadváha	24 týdnů	↓těl. hmotnost
4	Westman	2007	review	review	↓těl. hmotnost
5	Shai	2008	322 obezita	104 týdnů	↓těl. hmotnost
6	Yeo	2011	vytrvalci	2 týdny	↑oxidace tuků
7	Paoli	2012	8 gymnastů	4 týdny	↓těl. hmotnost, ↓těl. tuk
8	Sawyer	2013	31 sportovců	1 týden	↓těl. hmotnost
9	Bueno	2013	1415 pacientů	>52 týdnů	↓těl. hmotnost
10	Bazzano	2014	148 osob	>52 týdnů	↓těl. hmotnost
11	Zinn	2017	5 osob	10 týdnů	↓těl. hmotnost
12	Heatherley	2017	8 běžců	3 týdny	↓těl. hmotnost ↑oxidace tuků
13	Zinn	2017	41 vojáků	12 týdnů	↓těl. hmotnost
14	Noakes	2017	review	review	↓těl. hmotnost
15	Waldman	2018	11 studentů	2 týdny	↓těl. hmotnost
16	McSwiney	2018	20 vytrvalců	12 týdnů	↓těl. hmotnost
17	Vargas	2018	24 mužů	8 týdnů	↓těl. hmotnost

Shai (22) nastavil ketogenní dietu na 20 g sacharidů denně a neomezil kalorický, ani tukový příjem, Přesto v porovnání s nízkotukovou dietou či klasickou redukční dietou dosáhl 322 obézních nejlepších výsledků a dochází u nich k nejprogresivnějšímu snížení tělesné hmotnosti. Shai dodává, že k největšímu úbytku dochází v prvních 6 měsících a poté již nastává období stabilizace, fáze udržovací.

Vargas (25) studoval po 8 týdnů skupinu 24 mužů v rámci odporového tréninku. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že ketodieta je velmi vhodný nástroj redukce tukových zásob a jistě má své místo vedle klasické redukční diety či diety nízkotukové, nicméně nelze očekávat, že při tomto stylu stravování bude docházet k nárůstu svalové hmoty ani za předpokladu pozitivní energetické bilance.

Celkově lze říci, že diety s omezením sacharidů poskytují slibnou cestu

v pomoci kontrolovat tělesnou hmotnost při udržení čisté svalové hmoty, především ve sportech spojených s hmotností sportovce

## DISKUSE

V naší přehledové studii jsme se zabývali otázkou, zda ketodiety mohou být alternativním nástrojem k redukčním dietám či nízkotukovým dietám a zda mohou zlepšit sportovní výkon a tělesné složení.

Prokazatelný je především vliv ketodiety na tělesné složení, na němž se shodují takřka všechny studie. Nicméně stále je věcí především metodiky daného výzkumu, do jaké míry je tento úbytek tukové tkáně trvalý, neboť v delším časovém horizontu se výsledky všech strategií sblíží a přibližně po 6 měsících jsou výsledky srovnatelné s ostatními přístupy.

Vliv ketodiet a lowcarb diet na sportovní výkony jsou rozporuplné a ukazuje se spíše, že jejich vliv není buď žádný anebo je dokonce negativní.

U vytrvalců se asi po týdnu tělo adaptuje na stravu bohatou na tuky a obecně oxidace tuků poskytuje dostatek energie ve formě intramuskulárních triacylglycerolů či volných mastných kyselin v plazmě. Teoreticky by tak mělo docházet k šetření svalového glykogenu jako nejcennějšího energetického zdroje pro sportovní výkon. Většina prací potvrdila, že zvýšená tuková oxidace nepokryje u vytrvalců ani u silových sportovců energetickou potřebu a vlivem nedostatečné konzumace sacharidů dojde k poklesu výkonnosti. Většina studií se shoduje v nutnosti dodržovat high-fat diet (HFD) 5 dní, následovanou 1-2 dny sacharidové superkompenzace před vytrvalostním sportovním výkonem (charakteristika CKD). Ketodiety mohou být aplikovány pouze při krátkodobých silových výkonech, kdy organismus čerpá energii především z fosfátového metabolismu (ATP, CP).

Při poklesu sportovního výkonu vlivem high-fat diet hraje negativní roli (kromě nízké glykemie) jednak pokles anabolického efektu inzulínu, jednak nedostatečný příjem bílkovin.

## ZÁVĚRY

Aplikace ketodiety, ať už ve formě krátkého období před výkonem či ve formě dlouhodobé stravovací strategie, nevede ke zlepšení vytrvalostního výkonu ani ke snížení spotřeby svalového glykogenu. Na druhou stranu jako strategie, mající za cíl redukci tuku, je ketodieta účinná, nicméně nejvyšší účinnost je především v prvních 4 týdnech.

Diety s omezeným přísunem sacharidů a naopak s vysokým příjmem tuků **nevedly ke zlepšení vytrvalostního výkonu.**

Diety s omezeným přísunem sacharidů a naopak s vysokým příjmem tuků **vedly k poklesu tělesné hmotnosti a k poklesu % tělesného tuku**, pokud intervence trvala déle než 3-4 týdny (po 6 měsících byly výsledky srovnatelné s konvenční redukční dietou)

**Zlepšený silový výkon** může být způsoben snížením tělesné váhy a/ nebo zlepšením tělesného složení ve prospěch tukuprosté tkáně

Cyklická ketogenní dieta, při které se uplatní jedno – dvoudenní sacharidová superkompenzace je jedinou možností, jak zachovat sportovní výkon.

Autoři prohlašují, že nejsou v žádném konfliktu zájmů.

## LITERATURA

1. BAZZANO, L. A., HU, T., REYNOLDS, K., YAO, L., BUNOL, C., LIU, Y., CHEN, C. S., KLAG, M. J., WHELTON, P. K., HE, J. Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2014 Sep 2;161(5):309-18. doi: 10.7326/M14-0180.
2. BURKE, L. M. Re-examining high-fat diets for sports performance: did we call the 'nail in the coffin' too soon? *Sports Med.* 2015;45:33–49.
3. BURKE, L. M., HAWLEY, J. A., ANGUS, D. J., COX, G. R., CLARK, S. A., CUMMINGS, N. K., DESBROW, B., HARGREAVES, M. Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Jan;34(1):83-91.

4. BURKE, L. M., KIENS, B., IVY, J. L. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004 Jan;22(1):15-30.
5. BURKE, L. M., ROSS, M. L., GARVICAN-LEWIS, L. A., WELVAERT, M., HEIKURA, I. A., FORBES, S. G., MIRTSCHIN, J. G., CATO, L. E., STROBEL, N., Sharma AP, Hawley JA.. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *J Physiol.* 2017 May 1;595(9):2785-2807. doi: 10.1113/JP273230. Epub 2017 Feb 14.
6. BUENO, N. B., DE MÊLO, I. S. V., DE OLIVEIRA, S. L., DA ROCHA ATAIDE T. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr.* 2013;110:1178–1187.
7. ESCOBAR, K. A., MORALES, J., VANDUSSELDORP, T. A. The Effect of a Moderately Low and High Carbohydrate Intake on Crossfit Performance. *Int J Exerc Sci.* 2016 Oct 1;9(3):460-470. eCollection 2016.
8. FLEMING, J., SHARMAN, M. J, AVERY, N. G., LOVE, D. M., GÓMEZ, A. L., SCHEETT, T. P., KRAEMER, W. J., VOLEK, J. S. Endurance capacity and high-intensity exercise performance responses to a high fat diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003 Dec;13(4):466-78.
9. HEATHERLY, A. J., KILLEN, L. G., SMITH, A. F., WALDMAN, H. S., SELTMANN, C. L., HOLLINGSWORTH, A., O'NEAL, E. K. Effects of Ad libitum Low-Carbohydrate High-Fat Dieting in Middle-Age Male Runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2018 Mar;50(3):570-579. doi: 10.1249/MSS.0000000000001477.
10. HAWLEY, J. A., BROUNS, F., JEUKENDRUP, A. Strategies to enhance fat utilisation during exercise. *Sports Med.* 1998, 25(4):241–257. ISSN 0112-1642 (print), ISSN 1179-2035
11. LAMBERT, E. V., GOEDECKE, J. H., VAN ZYL, et al. High-Fat Diet Versus Habitual Diet Prior to Carbohydrate loading: Effects on Exercise Metabolism and Cycling Performance. *Int J Sport Nutr and Exerc Metab.* 2001, 11: 209-225. ISSN 1526-484X (print), ISSN 1543-2742 (online).
12. MAUGHAN, R. J., GREENHAFF, P. L., LEIPER, J. B., BALL, D., LAMBERT, C. P., GLEESON, M. Diet composition and the performance of high-intensity exercise. *J Sports Sci.* 1997 Jun;15(3):265-75.
13. McSWINEY, F. T., WARDROP, B., HYDE, P. N., LAFOUNTAIN, R. A., VOLEK, J. S., DOYLE, L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism.* 2018 Apr;81:25-34. doi: 10.1016/j.metabol.2017.10.010. Epub 2017 Nov 3.

14. MILLER, S. L., WOLFE, R. R. Physical exercise as a modulator of adaptation to low and high carbohydrate and low and high fat intakes. *Eur J Clin Nutr.* 1999 Apr;53 Suppl 1:S112-9.
15. NOAKES, T., VOLEK, J. S., PHINNEY, S. D. Low-carbohydrate diets for athletes: what evidence? *Br J Sports Med.* 2014;48:1077–1078.
16. NOAKES, T. D., WINDT, J. Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review. *Br J Sports Med.* 2017 Jan;51(2):133-139. doi: 10.1136/bjsports-2016-096491.
17. NORDMANN, A. J., NORDMANN, A., BRIEL, M., KELLER, U., YANCY, W. S. Jr, BREHM, B. J., BUCHER, H. C. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med.* 2006 Feb 13;166(3):285-93.
18. PAOLI, A., GRIMALDI, K., D'AGOSTINO, D., CENCI, L., MORO, T., BIANCO, A., PALMA, A. Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9:34.
19. PHINNEY, S. D., BISTRAN, B. R., EVANS, W. J., GERVINO, E., BLACKBURN, G. L. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *METABOLISM.* 1983;32:769–776.
20. RHYU, H. S., CHO, S. Y. The effect of weight loss by ketogenic diet on the body composition, performance-related physical fitness factors and cytokines of Taekwondo athletes. *J Exer Rehabil.* 2014;10:326–331.
21. SAWYER, J. C., WOOD, R. J., DAVIDSON, P. W., COLLINS, S. M., MATTHEWS, T. D., GREGORY, S. M., PAOLONE, V. J. Effects of a short-term carbohydrate-restricted diet on strength and power performance. *J Strength Cond Res.* 2013 Aug;27(8):2255-62. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827da314.
22. SHAI, I., SCHWARZFUCHS, D., HENKIN, Y., SHAHAR, D. R., WITKOW, S., GREENBERG, I., GOLAN, R., FRASER, D., BOLOTIN, A., VARDI, H., TANGI-ROZENTAL, O., ZUK-RAMOT, R., SARUSI, B., BRICKNER, D., SCHWARTZ, Z., SHEINER, E., MARKO, R., KATORZA, E., THIERY, J., FIEDLER, G. M., BLÜHER, M., STUMVOLL, M., STAMPFER, M. J. Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group. Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med.* 2008 Jul 17;359(3):229-41. doi: 10.1056/NEJMoa0708681.
23. STELLINGWERFF, T., SPRIET, L. L., WATT, M. J., KIMBER, N. E., HARGREAVES, M., HAWLEY, J. A., BURKE, L. M. Decreased PDH activation and glycogenolysis during exercise following fat adaptation with carbohydrate restoration. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;290:E380–388.



24. URBAIN, P., STROM, L., MORAWSKI, L., WEHRLE, A., DEIBERT, P., BERTZ, H. Impact of a 6-week non-energy-restricted ketogenic diet on physical fitness, body composition and biochemical parameters in healthy adults. *Nutr Metab (Lond)*. 2017 Feb 20;14:17. doi: 10.1186/s12986-017-0175-5. eCollection 2017.
25. VARGAS, Salvador, ROMANCE, Ramón, PETRO, Jorge L., BONILLA Diego A., GALANCHO, Ismael, ESPINAR, Sergio, Richard B. KREIDER, and Javier BENÍTEZ-PORRES: Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018; 15: 31. Published online 2018 Jul 9. doi: 10.1186/s12970-018-0236-9  
PMCID: PMC6038311 PMID: 29986720
26. VOGT, M., PUNTSCHART, A., HOWALD, H., MUELLER, B., MANNHART, C., GFELLER-TUESCHER, L., MULLIS, P., HOPPELER, H. Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Jun;35(6):952-60.
27. VOLEK, J. S., FREIDENREICH, D. J., SAENZ, C., KUNCES, L. J., CREIGHTON, B. C., BARTLEY, J. M., DAVITT, P. M., MUNOZ, C. X., ANDERSON, J. M., MARESH, C. M., LEE, E. C., SCHUENKE, M. D., AERNI, G., KRAEMER, W. J., PHINNEY, S. D. Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism*. 2016;65:100–110.
28. VOLEK, J. S., NOAKES, T., PHINNEY, S. D. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci*. 2015;15:13–20.
29. VOLEK, J. S., SHARMAN, M. J., GOMEZ, A. L., DIPASQUALE, C., ROTI, M., PUMERANTZ, A., KRAEMER, W. J. Comparison of a very low-carbohydrate and low-fat diet on fasting lipids, LDL subclasses, insulin resistance, and postprandial lipemic responses in overweight women. *J Am Coll Nutr*. 2004;23:177–184.
30. VOLEK, J. S., SHARMAN, M. J., LOVE, D. M., AVERY, N. G., GOMEZ, A. L., SCHEETT, T. P., KRAEMER, W. J. Body composition and hormonal responses to a carbohydrate-restricted diet. *Metabolism*. 2002;51:864–870.
31. WALDMAN, H. S., KRINGS, B. M., BASHAM, S. A., SMITH, J. E. W., FOUNTAIN, B. J., McALLISTER M. J. Effects of a 15-Day Low Carbohydrate, High-Fat Diet in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2018 Nov;32(11):3103-3111. doi: 10.1519/JSC.0000000000002282.

32. WEBSTER, C. C., SWART, J., NOAKES, T. D., SMITH, J. A. A Carbohydrate Ingestion Intervention in an Elite Athlete Who Follows a Low-Carbohydrate High-Fat Diet. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018 Aug 1;13(7):957-960. doi: 10.1123/ijsp.2017-0392. Epub 2018 Jul 30.
33. WESTMAN, E. C., FEINMAN, R. D., MAVROPOULOS, J. C., VERNON, M. C., VOLEK, J. S., WORTMAN, J. A., YANCY, W. S., PHINNEY, S. D. Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *Am J Clin Nutr.* 2007 Aug;86(2):276-84.
34. YEO, W. K., CAREY, A. L., BURKE, L., SPRIET, L. L., HAWLEY, J. A. Fat adaptation in well-trained athletes: effects on cell metabolism. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2011 Feb;36(1):12-22. doi: 10.1139/H10-089.
35. ZEHNDER, M., CHRIST, E. R., ITH, M., ACHESON, K. J., POUTEAU, E., KREIS, R., TREPP, R., DIEM, P., BOESCH, C., DÉCOMBAZ, J. Intramyocellular lipid stores increase markedly in athletes after 1.5 days lipid supplementation and are utilized during exercise in proportion to their content. *Eur J Appl Physiol.* 2006 Nov;98(4):341-54. Epub 2006 Aug 11.
36. ZINN, C., McPHEE, J., HARRIS, N., WILLIDEN, M., PRENDERGAST, K., SCHOFIELD, G. A 12-week low-carbohydrate, high-fat diet improves metabolic health outcomes over a control diet in a randomised controlled trial with overweight defence force personnel. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017 Nov;42(11):1158-1164. doi: 10.1139/apnm-2017-0260. Epub 2017 Jul 12.

## KONTAKT

Mgr. Pavel Kysel, DIS.  
 Vysoká škola tělesné výchovy a sportu  
 PALESTRA, spol. s r.o., Praha  
 e-mail: [kysel@palestra.cz](mailto:kysel@palestra.cz)

doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.  
 Ústav tělovýchovného lékařství 1. LF  
 UK a VFN, Praha  
 e-mail: [zvili@lf1.cuni.cz](mailto:zvili@lf1.cuni.cz)

## UŽÍVÁNÍ DOPLŇKŮ STRAVY U MLADÝCH SPORTOVců

### USING YOUNG SPORTS FOOD SUPPLEMENTS

HANA BUBNÍKOVÁ

**Abstrakt:** Článek analyzuje studii, která popisuje užívání doplňků stravy u dětí a adolescentů ve věku 11 - 19 let. Koncepce práce byla vytvořena s autory, kteří se zaměřili na výskyt a druh užívání doplňků stravy u sportovní mládeže. Existují rozsáhlá spektra dokumentů, která popisují využití doplňků stravy ve sportu u mužů, žen, ale velmi málo existují studie, která se zajímá o děti a adolescenty. Podle této studie se v současné době nejvíce u mladých sportovců využívá vitamín C a minerální látky. Motivační prvek k užívání doplňků stravy u dětí je převážně prevence zdraví a léčba nemoci. Další motivační faktor používání doplňků ve sportu u obou pohlaví je zlepšení sportovního výkonu a zvýšení energie, s vyhlídkami co nejlepšího sportovního výkonu energetické nápoje. Doplnky volně přístupné pro mladé sportovce, jsou často využívány pro zlepšení sportovního výkonu, nebo k regeneraci Kreatin, BCCA, multivitaminy, vitamín C., proteinové tyčinky a proteiny, snadná dostupnost způsobila pravidelné užívání mladými sportovci. Jejich spotřeba narůstá i díky velké propagaci v médiích. Tato studie také poskytne základní informace o funkci a vedlejších účincích sportovních doplňků u mladých sportovců. Vzhledem k větším sportovním nárokům na děti v České republice, začali rodiče, trenéři, samotní sportovci řešit doplňky stravy ve sportu, a proto bych chtěla navázat na tuto studii a analyzovat užívání výživových doplňků u mládeže v České republice. Takto velká studie nebyla v České republice doposud vytvořena.

**Klíčová slova:** výživa, sport, doplněk stravy, sportovní mládež

**Abstract:** The paper analyzes a study that contains dietary supplementation in children and adolescents aged 11-19 years. The concept of work has been developed, focusing on the occurrence and type of use dietary supplements in sports youth. There are extensive spectrum of documents that the use of food supplements in sport for men, women, women and men who are interested in it children and adolescents. According to this study, most of the young athletes are currently at the most vitamin C and minerals. The motivational element for using supplementary food in children is Prevention Prevention Health and Disease Treatment. Another motivational factor in using sports supplements for all types and uses of energy, with the best prospects sports performance of energy drinks. Accessories freely accessible to young athletes are often used to improve sports performance, or to regenerate Creatine, BCCA, Multivitamins, Vitamin C., Protein Bars and Proteins; regular use by young athletes. Their

*consumption is growing thanks to the big and in media. This study contains basic information on function and side effects sports accessories for young athletes. Former in the Czech Republic, currently, with a focus on services, and therefore, requirements for ancillary services should be taken into account in the Czech Republic. This large study has not been in the Czech Republic yet.*

**Key words:** nutrition, sport, food supplement, sports youth.

---

#### Klíčové body

- Nejčastější rozšířený sportovní doplněk u mladých sportovců je vitamín C a minerální látky.
- Výživové doplňky pro růst a vývoj dítěte zůstávají nejasné, proto v této studii tento doplněk nebyl zahrnut.
- Jaké další výživové doplňky využívají mladí sportovci.
- Nedostatek vitamínů v potravě ovlivní celkové zdraví a sportovní výkon dítěte.

#### ÚVOD

Výživa je důležitou součástí sportovce, sportovní mládeže. Tréninková jednotka mladého sportovce je fyzicky velmi náročná a při fyzickém tréninku se zvyšuje nutriční potřeba. U některých mládežnických sportovců vyvážená strava s adekvátním množstvím příjmu kalorií mohou poskytnout nezbytné živiny pro vývoj dítěte a dobrý sportovní výkon. (americká dietetická asociace, 2000, Maughan et al., 2004). Z různých důvodů, ne všichni sportovci jsou schopni konzumovat vyváženou stravu, která splňuje správné nutriční potřeby a tak i mládež využívají doplňky stravy ke zlepšení výkonu, zvýšení energie (Maughan et. Al., 2004).

V roce 2000 prodej výživových doplňků celkově v USA dosáhl 17,1 miliard amerických dolarů s ročním nárůstem o 10 % (Food and drug admi-

nistration, 2010). Největší odběr doplňků stravy jsou sportovci kteří produkty využívají ke zlepšení sportovního výkonu. Každým rokem se zvyšuje počet běžně dostupných sportovních doplňků. Tento článek se zaměřil na mladé sportovce a jejich spotřebu výživových doplňků.

#### Prevalence sportovních doplňků u sportovní mládeže

Prevalence užívání doplňků stravy u mladých sportovců není tolik popsána v odborné literatuře, jak u dospělých sportovců. Například výzkum v roce 2005 autoři Froiland et al., Kristiansen, analyzovali užívání sportovních doplňků u univerzitních sportovců ve věku 18 let, přes 89% sportovců užívá doplněk stravy ke zlepšení výkonnosti ve svém sportu, z toho 88% studentů používá jeden doplněk stravy a 58 % studentů dva a více produktů. (Burns et al., 2006). Další analýzy byly prováděny na Olympijských hrách Atlantě 69 % sportovců a v Sydnese 74 % sportovců (Huang et al., 2006). Erdman et al., 2006 zjistil, že 88,4 % kanadských vrcholových sportovců užívají jeden a více sportovních doplňků ke zlepšení sportovního výkonu a regeneraci. Existuje mnoho studií analyzujících užívání doplňků stravy u dospělých sportovců, ale velmi málo studií, které analyzují užívání výživových doplňků u mladých sportovců.

Sport se neustále vyvíjí na jedince a už i děti jsou kladeny vysoké nároky,

proto hodně rodičů, adolescentů využívá sportovní doplňky k regeneraci, prevenci nebo ke zlepšení sportovního výkonu. Zkoumání mladé populace je velmi důležité, protože užívání doplňků

stravy u dítěte, adolescenta je velmi aktuální a to buď vlivem médií, nebo náročností sportovní disciplíny.

Obr. 1 Studie Scofielda a Unruha z roku 2006

výzkum	počet sportovců	3 nejčastější doplňky	věk sportovců
Sobal	742	vitamín C multivitaminy železo	střední školy
Kim	1355	vitamín C multivitaminy kalcium	16 - 19
	78	energetické nápoje vitamíny, minerály sportovní nápoje	11 - 18
Ziegler et. al.	105	multivitaminy minerály proteínové tyčinky bylinky	13 - 19
Bell	333	multivitaminy minerály proteiny energetické nápoje	18
Scofield	139	bílkoviny - jídlo vitamíny minerály kreatin	14 - 19

Recenzované studie byly analyzovány v USA u mladých sportovců. Podle věku je rozdíl v typu sportovních doplňků. Nejčastěji využívaný doplněk stravy u dětí a mládeže je podle studia Scofielda vitamín C, který je považován, jako prevence před infekčními nemocemi. Ve všech věkových kategoriích v rozmezí 14 až 16 let začínají mladí sportovci kvůli nárůstu na váze, nebo dodání živin, užívat protein, proteinové tyčinky a kreatin, který dopomáhá ke zlepšení sportovního výkonu. Slater et al. 2008 zjistil, že 77 % mladých sportovců ve věku 17 let a více, využívá již

dietní suplementy, kvůli redukci nebo zvětšení svalové hmoty.

U mladších sportovců 14 let užívání doplňků stravy ovlivňují rodiče, a proto někdy děti neví, co užívají. Adolescenti jsou ovlivněni k užívání sportovních doplňků jejich vrstevníky spoluhráči, a proto mají snazší přístup ke všem doplňkům a často nejsou ohlédány parametry, zda doplněk mohou sportovci již užívat. Centrum sportovní výživy Brno po konzultaci se svěřilo, že někteří rodiče se snaží již v brzkém věku dávat výživové doplňky, dětem, když nejsou v tak mladém věku nutné.

Množství a druh sportovních doplňků a jejich užívání určuje i druh sportu. Scofield, Unruh 2004 pomocí dotazníku analyzovali mladé sportovce. Sportovci s větším energetickým výdejem používají více doplňků stravy, dva i více, převážně výživové doplňky k regeneraci a energii protein, kreatin a BCCA. U estetických sportů, kde je hlídána hmotnost sportovce se využívají dietní produkty, protein nahrazující stravu. Ve věku 16 let 50 % hráčů ledního hokeje, fotbalu, softbalu užívají protein, kreatin, BCCA z důvodů doporučení od trašších hráčů. Z bojových sportů využívá 59 % sportovců sportovní doplňky na redukci váhy a zlepšení výkonu energetické nápoje, protein, BCCA. Všechny jmenované produkty jsou volně prodejné, a proto je potřeba u dětí a adolescentů hlídat druh produktu a množství jeho užívání.

Podle výzkumu Neipera 2004 se u trašších dětí ve věku 16 let děti objevují stále stejné volně prodejné produkty a také produkty, které u mladší populace nenalezneme. Vytvořil analýzu: energetické nápoje 42 %, kreatin 5 %, kofein 5 %, BCCA 10 %, guarana 5 %, Q10 1 %, vitamíny 32 %. Do jeho studie zahrnul i skladbu stravy, která je velmi důležitá pro vývoj sportovce.

### **Snaží se rodiče řešit skladbu stravy?**

Studie výživové poradenství Brno 2016 formou dotazníku zkoumala skladbu jídla, které chystají rodiče sportovním dětem a zda stravu vůbec řeší, 48 % rodičů řeší skladbu stravy, 50 % rodičů skladbu stravy neřeší, spoléhají se na druh jídla, co nabízí škola a 2 % rodičů jídlo neřeší. Dětem v rozmezí 10 až 17 let stačí dobrá skladba jídla a není potřeba řešit výživové doplňky.

### **Rizika v užívání výživových doplňků**

Studie prokázala nejčastější výskyt užívání výživových doplňků sportovní mládeže ve věku 14 – 18 let vitamín C. Rizika v užívání vitamínu C, minerálních látek nejsou tak vysoká, ale přísná kritéria jsou při užívání energetických nápojů. Předávkování vitamínů a energetických nápojů mohou vést k toxicitě a špatnému vstřebávání dalších živin.

### **Užívání doplňků stravy podle pohlaví**

Zeigler et. al 2008 analyzoval rozdíl v užívání výživových doplňků podle pohlaví. V období adolescence dívky z 61 % využívali vitamíny, minerální látky jako prevence proto nemoci. 39 % dívek ke zvýšení energie a 28 % nahrazovalo výživové doplňky protein místo jídla. Oproti chlapcům, dívky využívají bylinkové výživové doplňky o 48 % více než chlapci. U dívek se vyskytují spíše práškové doplňky o 35 % více než u chlapců, kteří používají kapsle. Chlapci užívají doplňky stravy ke zlepšení fyzické kondice a nárůst svalové hmoty.

### **Důvod proč mládež využívá sportovní doplňky**

Burns et al. 2008 zjistila, že užívání vitamínu a minerálních látek u mladých sportovců je z důvodu regeneračních a prevence proti nemocem 53 %. Nejčastější doplňky BCCA, kreatin kvůli regeneraci. 23 % sportovců užívá doplňky k ovlivnění, zlepšení sportovního výkonu, anebo ke zvýšení svalové hmoty proteinové tyčinky, protein.

Mladí sportovci jsou pod velkým tlakem k dosažení vyšší úrovně v oblasti sportu, proto hledají alternativní prostředky ke zlepšení výkonu a regeneraci již od dětství.

## ZÁVĚR

Podporovat fyzickou aktivitu u dětí je velmi správné, ale vždy tak, aby nedocházelo k přetěžování organismu. Důležitá je vyvážená strava, která je základem pro vývoj dítěte, růst, regeneraci a dosažení výborného výkonu. Pokud nastane problém, kdy je již potřeba výživových doplňků, je dobré začít s vitamíny a minerálními látkami a pak v období adolescence pokud je to nezbytné v rámci vyčerpání energie, využít další výživové doplňky.

Tato studie která analyzovala užívání výživových doplňků u sportovní mládeže ve věku 11 až 19 let. Je v takovém rozsahu jediná. Jiná studie nebyla vytvořena. Ráda bych navázala na tyto studie v České republice.

## LITERATURA

- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Use of performance-enhancing substances. *Pediatrics*, 2005, 115(4), 1103-1106.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, Position of the American dietetic association, dietitians of Canada, and the American college of sports medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the American Dietetic Association*, 2000, 100(12), s. 1543-1556.
- BELL A., DORSCH K. D., MCCREARY D. R., HOVEY R. A look at nutritional supplement use in adolescents. *Journal of Adolescent Health*. 2004, 34. s. 508-516.
- BURNS R.D., SCHILLER M.R., MERRICK M.A., WOLF K.N. Intercollegiate student athlete use of nutritional supplements and the role of athletic trainers and dietitians in nutrition counseling. *Journal of the American Dietetic Association*, 2004, 104, s. 246-249.
- CALFEE, R., FADALE, P. Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. *Pediatrics*, 2006, 117(3), s. 577-589
- CLARKSON, P., COLEMAN, E., ROSENBLUM, C. Risky dietary supplements. *Sports Science Exchange Roundtable*, 2002, 48, 13 (2).
- ERDMAN, K. A., FUNG, T., REIMER, R. A. Influence of performance level on dietary supplementation in elite Canadian athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2006, 38(2), s. 349-356.
- FROILAND, K., KOSZEWSKI, W., HINGST, J., KOPECKY, L. Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2004, 14(1), 104-120.
- HUANG, S., JOHNSON, K., PIPE, A. L. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic games. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 2006, 16(1), s. 27-33.
- KIM, S. H., KEEN, C. L. Patterns of vitamin/mineral supplement usage by adolescents attending athletic high schools in Korea. *International Journal of Sport Nutrition*. 1999, 9, s. 391-405.
- KRISTIANSEN, M., LEVY-MILNE, R., BARR, S., FLINT, A. Dietary supplement use by varsity athletes at a Canadian university. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2005, 15, s. 195-210.

- MAUGHAN, R. J., KING, D. S., LEA, T. Dietary supplements. *Journal of Sports Sciences*, 2004, 22, s. 95-113.
- METZL, J. D., SMALL, E., LEVINE, S. R., GERSHEL, J. C. Creatine use among young athletes. *Pediatrics*, 2001, 108 (2), s. 421-425.
- NIEPER, A. Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 2005, 39, s. 645-649.
- O'DEA, J. A. Consumption of nutritional supplements among adolescents: usage and perceived benefits. *Health Education Research*, 2003, 18(1), s. 98-107.
- PERKO, M., EDDY, J., BARTEE, R. T., DUNN, M. S., WANG, M. Q. Giving new meaning to the term "taking one for the team": influences on the use/non-use of dietary supplements among adolescent athletes. *American Journal of Health Studies*, 2000, 16(2), s. 99-106.
- PETRIE, H. J., STOVER, E. A., HORSWILL, C. A. Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 2004, 20(7/8), s. 620-631.
- READING, K. J., McCARGAR, L. J., MARRIAGE, B. J. Adolescent and young adult male hockey players: nutrition knowledge and education. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 1999, 60(3), s. 166-169.
- SCOFIELD, D. E., UNRUH, S. Dietary supplement use among adolescent athletes in central Nebraska and their sources of information. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20(2), s. 452-455.
- SLATER, G., TAN, B., TEH, K. C. Dietary supplementation practices of Singaporean Athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 2003, 13, s. 320-332.
- SOBAL, J., MARQUART, L. F. Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *International Journal of Sport Nutrition*, 1994a, 4, s. 320-334.
- SOBAL, J., MARQUART, L. F. Vitamin/mineral supplement use among high school athletes. *Adolescence*, 1994b, 29(116), s. 835-844.
- SOBAL, J., MUNCIE, H. L. Vitamin/mineral supplement use among adolescents. *Journal of Nutrition Education*, 1988, 20(6), s. 314-318.
- UK SPORT. *UK national anti-doping programme quarterly update April-June 2006*. Retrieved September 13, 2006
- ZIEGLER, P. J., NELSON, J. A., JONNALAGADDA, S. S. Use of dietary supplements by elite figure skaters. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2003, 13, s. 266-276



## POTRAVNÍ DOPLŇKY S PŘÍMÝM VLIVEM NA SPORTOVNÍ VÝKON V SOUČASNÉ SVĚTOVÉ LITERATUŘE, ČÁST 1: BIKARBONÁT, BETA-ALANIN

NUTRITIVE SUPPLEMENTS AND THEIR INFLUENCE ON SPORTS PERFORMANCE IN CONTEMPORARY WORLD LITERATURE,  
PART ONE: BICARBONATE, BETA-ALANINE

ZDENĚK VILIKUS, RADKA PETRÁKOVÁ-DOLEŽALOVÁ,  
PAVEL KYSEL, SIMONA MAJOROVÁ

**Abstrakt:** Úvod: Suplementace bikarbonátem k dosažení lepšího sportovního výkonu je považována za účinnou i v dnešní době. Avšak vzhledem k nutnosti aplikovat bikarbonát v relativně vysokých dávkách a rovněž vzhledem k výskytu častých nežádoucích vedlejších účinků hledali sportovci i odborníci na sportovní výživu jiné alternativy. Za nejlepší alternativu bikarbonátu je v současnosti považován  $\beta$ -alanin. Beta-alanin se v posledních dvou dekádách stává běžnou praxí u vrcholových sportovců a také se stal objektem zkoumání odborníků na celém světě. Doplněním  $\beta$ -alaninu dochází k vzestupu koncentrace karnosinu ve svalových buňkách, což vede k oddálení svalové únavy v důsledku metabolické acidózy. Hlavní mechanismus oddálení únavy je připisován intracelulárním puřrovacím schopnostem  $\beta$ -alaninu resp. karnosinu, které jsou nezávislé na bikarbonátovém systému. Cíl: Cílem práce bylo shrnout a objektivně zhodnotit efekt suplementace bikarbonátu a  $\beta$ -alaninu na sportovní výkon na základě nejnovějších poznatků světového písemnictví. Metodika: Použili jsme dvě databáze odborných prací Google Scholar a Web of Science. Na základě klíčových slov jsme vyhledávali práce od roku 2000 do současnosti. Vybírali jsme jen dvojitě zaslepené studie s kontrolní skupinou a placebem. Výsledky: Nalezli jsme celkem 143 prací požadované kvality a 8 souborných článků typu review. Nejkonzistentnějším pozitivním účinkem po aplikaci  $\beta$ -alaninu bylo snížení nervosvalové únavy při krátkodobé intenzivní zátěži trvající 30 sekund až 10 minut díky oddálení metabolické acidózy. Doporučená denní dávka (DDD)  $\beta$ -alaninu je 1,6 - 6,4 g denně. Jediným nežádoucím účinkem  $\beta$ -alaninu jsou parestesie. Proto se doporučuje rozdělit DDD do více dávek. Závěry: Bikarbonát i  $\beta$ -alanin mohou přímo zvýšit sportovní výkon oddálením metabolické acidózy a tím i svalové únavy. Příčinou rozdílného individuálního účinku  $\beta$ -alaninové suplementace je značná individuální rezpozibilita lidského organismu na suplementaci tímto doplňkem stravy.

**Klíčová slova:** bikarbonát,  $\beta$ -alanin, karnosin, sportovní výkon

**Abstract:** *Introduction: Supplementation with bicarbonate to improve sports performance is considered to be efficient either at present time. However, due to the need to apply bicarbonate at relatively high doses and also because of the occurrence of frequent undesirable side effects, athletes and sports-nutrition experts have been looking for other alternatives. The best alternative to bicarbonate is currently  $\beta$ -alanine.  $\beta$ -alanine becomes not only a common practice among elite athletes, but also got into the spotlight of nutrition experts worldwide. Adding of  $\beta$ -alanine leads to increase of of carnosine concentration in muscle cells and following delay of muscle fatigue. The main mechanism of the effect is attributed to the intracellular buffering capabilities of  $\beta$  alanine resp. carnosine which is independent off the bicarbonate buffering system. Objective: Our aim is to summarize and objectively evaluate the effect of bicarbonate and  $\beta$ -alanine supplementation on athletic performance based on the latest knowledge of the world literature. Methods: We used two databases of scientific works Google Scholar and Web of Science. The articles were searched by the key words from the year 2000 to the pre-sent. We chose only double-blind studies with a control group and placebo. Results: We found 143 high-quality work and 8 review articles. Most consistent positive effects after administration of  $\beta$ -alanine was found in decrease of neuromuscular fatigue in the short intensive performance from 30 s to 10 minutes due to delay of metabolic acidosis. The recommended daily allowance (RDA) of beta-alanine was assessed from 1.6 to 6.4 grams per day. The only undesirable effect of  $\beta$ -alanine is paresthesia. It is therefore recommended to divide the RDA into multiple doses per day. Conclusions: Bicarbonate and  $\beta$ -alanine are able to enhance directly the athletic performance by the delay of metabolic acidosis and thus reduce the muscle fatigue. The most probable cause of different individual effect of  $\beta$ -alanine supplementation is considerably different responsibility of individual human organism to this supplement. Key words: bicarbonate,  $\beta$ -alanine, carnosine, sports performance*

---

---

## ÚVOD

Potravní doplňky tvoří malý, ale potenciálně cenný příspěvek k úspěšnému výkonu nejen u vrcholových, ale i u výkonnostních nebo kondičních sportovců. Většina komerčně propagovaných a prodávaných doplňků je však neúčinná. Doplňků stravy s experimentálně prokázaným účinkem na sportovní výkon není mnoho. Největší skupinou produktů užívaných sportovci jsou doplňky zlepšující přímý nebo nepřímý sportovní výkon. Účinky suplementů se mohou mezi různými jedinci výrazně lišit, což je dáno genetickými dispozicemi, jinými stravovacími návyky, jinou střevní mikroflórou apod.

Suplementy zlepšující sportovní výkon lze rozdělit na ty, které jej zvyšují přímo nebo naopak nepřímo. V této studii se zaměříme na doplňky, které zlepšují výkon přímo. Cílem naší práce bylo zjistit podle nejnovějších poznatků odborné literatury, zda dva často užívané doplňky stravy, **bikarbonát sodný** či modernější **beta-alanin** resp. **karnosin**, skutečně ovlivní sportovní výkon či nikoli.

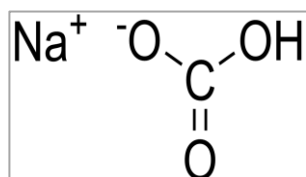
Výkony sportovců dosahují často hranic lidských možností. Zvýšení objemu tréninku by již mohlo být kontraproduktivní. Pokud sportovec odmítne nedovolený doping, jednou z mála možností, jak zvýšit výkon, mo-

hou být doplňky stravy. Karnosin byl objeven před více než sto lety ruským biochemikem Gulevičem. Avšak teprve krátce před OH v Pekingu v roce 2008 se stal velmi populárním. Zájem o něj významně stoupl nejen u vrcholových sportovců, ale i u odborné veřejnosti.

## VÝSLEDKY

### Bikarbonát sodný ( $\text{NaHCO}_3$ )

Obr. 1 Strukturální vzorec bikarbonátu sodného



Bikarbonát sodný zvyšuje extracelulární pufovací kapacitu a má potenciální příznivý účinek na vysokou intenzitu cvičení. Působí jako extracelulární plazmatický pufr napomáhající intracelulární regulaci pH zvyšováním koncentrace  $\text{HCO}_3^-$  a vzestupem mimobuněčného pH a (Katz, 1984, 34). Výsledný gradient pH mezi intracelulárním a extracelulárním prostředím vede k efluxu  $\text{H}^+$  a laktátu z namáhaného svalu (Katz, 1984, Mainwood, 1975, 34, 39). Obvykle se podávala jedna dávka  $\text{NaHCO}_3$  0,2-0,4 g / kg tělesné hmotnosti aplikovaná 1-2 hodiny před závodem (Carr, 2011, Siegler, 2012; 11, 56). Jiná strategie dávkování byla navržena takto: postupná aplikace 3-4 menších dávek za den do celkové dávky  $\text{NaHCO}_3$  0,4 g / kg tělesné hmotnosti (dále jen TH) po dobu 2 až 4 po sobě jdoucích dní před závodem (Burkeová, 2013, Doudros, 2006, 10, 17), aby se předešlo nežádoucím vedlejším účinkům (zvracení, průjem). Podle McNaughtona (2008, 44) se tyto nežádoucí účinky dostavují po bikarbonátu

cca u 10 % sportovců. Účinek bikarbonátu sodného se zvýšil cca o 2 % při krátkodobých intenzivních sprintech trvajících 60 sekund (Carr, 2011, 11), pokud intenzivní výkon překračoval 10 minut, účinek bikarbonátu již byl slabší. (Carr, Slater, 2011, 12). Aby se předešlo zažívacím potížím, doporučují (Carr, Slater 2011, 12) podávat bikarbonát současně s malým množstvím jídla bohatého na sacharidy (cca 1,5 g/kg TH). Jako další možnost je doporučováno použít místo bikarbonátu citrónan sodný (Requena 2005, 50). Vzhledem k vysoké pravděpodobnosti gastrointestinálních potíží je dobré si před použitím v soutěži důkladně vyzkoušet nejvhodnější strategii v tréninku.

Bishop (2004, 9) naměřil po aplikaci bikarbonátu zlepšení výkonu při opakovaných cyklistických sprintech (5 x 6 sekund) u mladých žen. (Zajac, 2009, 73). Po bikarbonátu (dvojitě zaslepený pokus) zjistil Painelli (2013, 46) zlepšení plaveckého sprintu na 100 m a 200 m u mladých plavců. Podobně Gao (1988, 21) popsal zlepšení v průměru o 1,52 s při opakovaných plaveckých sprintech na 100 y. Goldfinch (1988, 22) testoval účinky alkalizace vnitřního prostředí bikarbonátem sodným při plaveckých výkonech na 400 m. Testovaní sportovci byli v průměru o 1,52 s ( $p < 0,005$ ) rychlejší než skupina kontrol s placebem. McNaughton 2008 (44) popsal po bikarbonátu v chronickém dávkování (0.5 g/kg) po dobu 5 dní maximální výkon po dobu 60 s na bicyklovém ergometru. Celková práce se zvýšila z 21.1 ( $\pm 0.9$ ) MJ na 24.1 ( $\pm 0.9$ ) MJ ( $p < 0.05$ ). McNaughton 1999 (43) popsal aplikaci dávky 300 mg/ kg na velmi dobře trénovaných dobrovolnících ( $\text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  67,3  $\pm$  3,3 ml) při 1 hodinovém simulovaném cyklistickém závodě. Experimentální skupina

dosáhla práce  $950,9 \text{ kJ} \pm 81,1 \text{ kJ}$ , což bylo statisticky významně více než u kontrolní skupiny  $835,5 \text{ kJ} \pm 100,2 \text{ kJ}$  ( $p < 0,01$ ). Verbitzky (1997, 69) měřil při cyklistickém výkonu točivý moment m. quadriceps femoris; po podání  $\text{NaHCO}_3$  byl točivý moment čtyřhlavého stehenního svalu signifikantně vyšší ( $p < 0,05$ ).

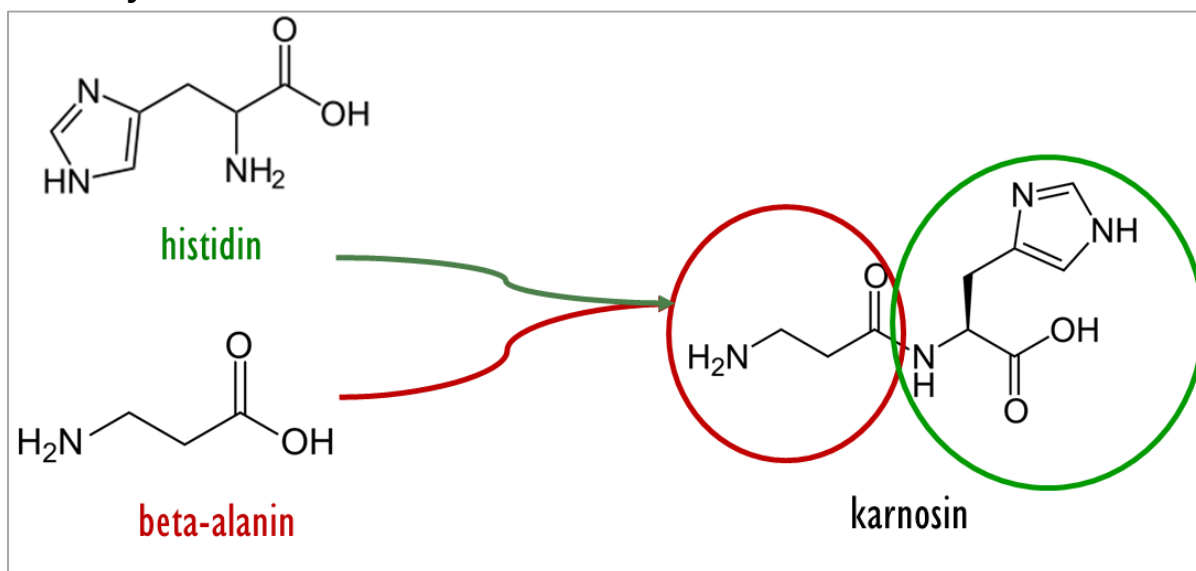
Při alkalizaci bikarbonátem se průměrný čas v běhu na 800 metrů zlepšil o 2,9 s (Wilkes, 1983, 71) a krevní laktát a extracelulární koncentrace  $\text{H}^+$  byly vyšší než u kontrol. Tyto výsledky podporují hypotézu, že zvýšení extracelulárního pufrování po požití  $\text{NaHCO}_3$  usnadňuje eflux  $\text{H}^+$  z buněk zatěžovaného svalu, čímž zpomaluje pokles intracelulárního pH a oddaluje únavu. Podobný efekt zjistil v experimentu u vytrvalostních běžců Bird (1995, 8) v běhu na 1500 m, kdy dosažený čas byl v průměru o 4 sekundy lepší. McNaughton (1992, 42) testoval maximální anaerobní zátěž. Ke zlepšení výkonu došlo u zátěží trvajících 120 a 240 sekund, ale nikoli u krátkodobých zátěží trvajících 10 resp. 30 s. Týž autor McNaughton 1999 43 popsal zlepšení cyklistického výkonu v tzv. hodinovce, tedy v jízdě na bicyklovém ergometru po dobu 60 minut. V běhu na 3000 m uběhli probandi s bikarbonátem danou trať v průměru o 10,7 sekundy

rychleji než kontrolní skupina (Shave, 2001, 55). Cyklistická časovka na 30 km rovněž prokázala účinnost citrátu sodného na vytrvalostní výkon. Zlepšení průměrného času bylo signifikantní ( $p \leq 0,05$ ) u probandů po aplikaci citrátu ( $3460 \pm 97,4 \text{ s}$ ) ve srovnání s kontrolní skupinou s placebem ( $3562 \pm 108,5 \text{ s}$ ) (Potteiger, 1996, 48). Týž autor však nezaznamenal signifikantní změny po bikarbonátu při třicetiminutovém běhu do vyčerpání (Potteiger, 1996, 48).

### **$\beta$ -alanin resp. Karnosin**

Karnosin je dipeptid skládající se z  $\beta$ -alaninu a L-histidinu. Při zvyšování koncentrace karnosinu ve svalech je limitujícím faktorem jeho prekursor  $\beta$ -alanin (Harris, 2006, 23). Beta-alanin spolu s histidinem jsou prekurzory dipeptidu karnosinu, který se vytváří z těchto dvou aminokyselin ve svalech (Obr. 2). Limitujícím faktorem jeho syntézy je právě beta-alanin, jelikož histidinu je ve svalech nadbytek. Beta-alanin zvyšuje nitrobuněčnou pufrovací kapacitu vnitřního prostředí sportovce a má příznivé účinky na trvale vysokou intenzitu cvičení. Chronická denní suplementace beta-alaninem zvyšuje ve svalech obsah karnosinu (Baguet, 2010, 3, 4).

**Obr. 2 Syntéza karnosinu z beta-alaninu a histidinu**



Experimenty ukázaly, že denní dávka  $\beta$ -alaninu 1,6 až 6,4 g aplikovaná po dobu 2 až 10 týdnů (Baguet, 2010, Derave, 2007 4, 15) může významně zvýšit koncentraci svalového karnosinu. Zvýšení koncentrace karnosinu ve sva-lech je po suplementaci  $\beta$ -alaninem výrazné a podle Stellingwerffa (2012, 61) lineárně přímo úměrné dávce ( $r=0,921$ ). Karnosin může zlepšit sportovní výkon zejména tam, kde dochází ke značné metabolické acidóze Maughan 2018 40. Potvrdily to četné studie, byť často s kontroverzními výsledky. Reprodukovatelnost potvrdily další studie, jak u sportovců tak u nespportovců, při dávkách 1,6 – 6,4 g denně a to po dobu 2-10 týdnů (Baguet, 2010, Baguet, 2010, Derave, 2007, Hill, 2007, Stellingwerff, 2012, 3, 4, 15, 24, 61). V rozmezí posledních sedmi let bylo publikováno nejméně 8 (!) review týkajících se ergogenního účinku  $\beta$ -alaninu (2, 7, 14, 26, 44, 52, 67, 72). Všechny tyto meta-analýzy dospěly k závěru, že  $\beta$ -alaninová suplementace má za následek zvýšení svalového karnosinu a dodává sportovnímu výkonu ergogenní

efekt především při krátkodobých zátěžích vysoké intenzity.

Mechanismus působení karnosinu spočívá v jeho pufovacích schopnostech. Atom dusíku v imidazolovém jádru molekuly karnosinu dokáže snadno vázat vodíkové atomy  $H^+$  a působí tak jako účinný nitrosvalový pufr (Dunnett, 1999, Abe, 2000, 1, 20). Je tak schopen zvýšit pufovací kapacitu během výkonu až o 15 % (Harris, 2006, Lancha, 2015, 23, 38) a snížit metabolickou acidózu, a to nezávisle (!) na bikarbonátovém systému, až o 19 % Baguet (2010, 4).

### **Krátkodobá dynamická zátěž**

Ergogenní účinky suplementace  $\beta$ -alaninem se potvrdily např. u mladých elitních plavců při sprintech na 100 m resp. na 200 m (skupina s  $\beta$ -alaninem byla v průměru o 1,04 s resp. o 2,76 s rychlejší než kontrolní skupina;  $p<0,07$  resp.  $p<0,002$ ) (Painelli, 2013, 46). Zlepšení časů při krátkodobé intervalové zátěži v běžeckém sprintu na 5 x 30 s popsal Cuisinier (2002, 13). U cyklistů došlo ke zlepšení anaerobního výkonu v posledních 10 s při Wingate

testu (Suzuki, 2004, 63, 64). Suzuki (2002, 63) rovněž zjistil pozitivní efekt  $\beta$ -alaninu u cyklistů v druhé polovině jejich sprinterského výkonu. U cyklistů se zvýšila dynamická izokinetická síla při sérii 5x30 s cyklistických sprintů (Derave, 2007, 15). Podle Kerna (2011, 36)  $\beta$ -alanin u sportovců zlepšuje „anaerobní vytrvalost“, lépe řečeno anaerobní výkon.

Velmi zajímavý experiment provedl Van Thienen (2009, 68). Po absolvování dvouhodinového simulovaného cyklistického závodu testoval sprinterské schopnosti závodníků. V opakovaných třicetisekundových spurtech došlo k významným zlepšením maximálního výkonu  $W_{max}$  i průměrného výkonu  $W_{avg}$ .

### **Střednědobá dynamická zátěž**

Ducker (2013) zjistil u amatérských běžců na střední tratě po čtyřtýdenní aplikaci  $\beta$ -alaninu v dávce  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  denně zlepšení v běhu na 800 m v průměru o -3,6 s ( $p < 0,02$ ) (18). Týž autor po čtyřtýdenní aplikaci 4 g  $\beta$ -alaninu denně naměřil u veslařů zlepšení času v mezičase na 750 m a 1000 m; v cíli veslařského závodu na 2000 m bylo zlepšení mezi skupinou s  $\beta$ -alaninem resp. bez  $\beta$ -alaninu na hranici statistické významnosti ( $p < 0,055$ ) (19). Baguet (2010, 3) naměřil na veslařské trati 2000 m u vrcholových veslařů zlepšení v průměru o -2,8 s. Týž autor prokázal pozitivní korelaci ( $r = 0,498$ ;  $p = 0,042$ ) mezi  $\beta$ -alaninem a veslařským výkonem na 100 m, 500 m, 2000 m a 6000 m rovněž u 17 elitních veslařů Baguet (2010, 4). Podobně Hobson (2013, 25) u veslařů naměřil průměrné zlepšení 1,8 s na 2000 m trati. Po  $\beta$ -alaninu došlo u boxerů nejen ke zvýšení síly úderů, ale také ke zvýšené frekvenci úderů do boxerského pytle naměřených v posledních 10 sekundách

zátěže aplikované po dobu 3 x 3 minuty (Donovan, 2012, 16).

### **Vytrvalostní dynamická zátěž**

Zvýšení anaerobního prahu (AT) a kyslíkové spotřeby na úrovni anaerobního prahu ( $VO_{2AT}$ ) naměřili Jordan (2010), Kim (2006) a Smith (2009) (33, 37, 57, 58). Stout (2007, 62), potvrdil signifikantní zvýšení ventilačního anaerobního prahu o 14 %, zvýšení pracovní kapacity na úrovni únavového prahu o 13% a celkové doby do vyčerpání o 2,5%, u netrénovaných žen po 28 dnech  $\beta$ -alaninové suplementace v dávkách 3,2 - 6,4 g denně. Účinek  $\beta$ -alaninové suplementace na laktátový anaerobní práh u běžeckého výkonu zjišťoval Jordan (2010, 33); studie byla provedena u 17 mužů se suplementací  $\beta$ -alaninem 6,0 g denně po dobu 28 dní.  $\beta$ -alanin oddálil počátek únavy následkem zvýšení laktátového anaerobního prahu a zvýšil  $VO_{2AT}$ . Uvedené výsledky svědčí o skutečnosti, že suplementace  $\beta$ -alaninem může umožnit vytrvalcům zvýšit tréninkové či závodní procento maximální aerobní kapacity a oddálit tak pocit únavy Sale (2010, 53). Tento efekt byl v souladu se studií Zoellera et al. (2007, 74) kteří zjistili signifikantní zvýšení  $W_{AT}$  na úrovni laktátového prahu po 4 týdnech suplementace  $\beta$ -alaninem. U výkonnostních cyklistek došlo ke zlepšení  $W_{170}$  (Stout 2007, 62). U vrcholových cyklistů naměřili Bellinger (2012, 5) a Howe (2013, 31) zlepšený cyklistický výkon  $W_{max}$ .

Vytrvalostní výkon je limitován maximální aerobní kapacitou ( $VO_{2max}$ ) a kyslíkovou spotřebou na úrovni anaerobního prahu ( $VO_{2AT}$ ). Zvýšení maximální aerobní kapacity  $VO_{2max}$  po suplementaci  $\beta$ -alaninem však nepotvrdil Stout (2007, 62), Smithová (2009,

2012, 58, 59, 62) ani Walter (2010, 70). Podle Stouta (2007, 62), se však po  $\beta$ -alaninu ve srovnání s placebem zvýšily submaximální ukazatele: ventilační anaerobní práh a  $VO_{2AT}$ , čas do únavy (TTE) a pracovní kapacita na úrovni únavového prahu ( $PWC_{FT}$ , doba  $W_{170}$ ).

### **Silový výkon**

Silový výkon je primárně důležitý především u vzpěračů, silových trojbojařů, kulturistů, ale nepřímo zvyšuje výkon téměř u všech sportů. Potřebuje-li sportovec zvýšit sílu, provádí 1 až 5 opakování v 1 sérii. Potřebuje-li zvýšit svalový objem, provádí 8-12 opakování v 1 sérii Peterson (2004, 47). U silově dobře trénovaných mužů intenzivní trénink s 90sekundovými přestávkami po  $\beta$ -alaninu zvýšil celkový tréninkový objem o 22 % Hoffman (2006, 27) a obdobně Hoffman et al. (2008, 28), prokázali signifikantní zvýšení tréninkového objemu v benchpressu na 4 série po 6–8 opakováních.

### **Bojové sporty**

Zátěže při bojových sportech jsou většinou intermitentní a vysoce intenzivní (box, karate, judo, MMA apod.). Vzhledem k tomu, že při těchto sportech dochází k vysokým vzestupům koncentrace kyseliny mléčné ve svalech a k poklesu pH vnitřního prostředí, lze po aplikaci  $\beta$ -alaninu očekávat zvýšení pufrovací kapacity a zlepšení výkonu. Zatímco aplikace bikarbonátu (Kendrick, 2008, 35) či citrátu sodného (Requena, 2005, 51) zlepšila extracelulární nárazníkovou kapacitu,  $\beta$ -alanin zvýšil intracelulární resp. intramuskulární nárazníkovou kapacitu (Artioli, 2010, 2), (Bellinger, 2015, 7). Tobias

(2013, 66) testoval intermitentní anaerobní výkon u vrcholových judistů formou čtyř po sobě jdoucích třicetisekundových Wingate testech aplikovaných na horní část těla, oddělených třiminutovými přestávkami. Zjistil srovnatelné signifikantní zlepšení maximálního výkonu  $W_{peak}$  i průměrného výkonu  $W_{avg}$  po aplikaci bikarbonátu a  $\beta$ -alaninu. Při kombinaci obou suplementů se zlepšení výkonu sumovalo, takže bylo dvojnásobné než po aplikaci jednotlivých preparátů odděleně.

### **Experimentálně neprokázané účinky $\beta$ -alaninu na sportovní výkon**

Naproti tomu, suplementace  $\beta$ -alaninem nepřinesla žádné zlepšení u sportovních výkonů, které lze považovat za analogické některým výše popsaným výkonům. Chung (2012, 32) na rozdíl od Painelliho (2013, 46) nezjistil žádné zlepšení času u elitních plavců na 50-200 m trati ani po 10 týdnech suplementace. Krátké sprinty u rekreačních sportovců se dle Sweeneyho (2010, 65) a Smith-Ryanové (2012, 59) po  $\beta$ -alaninu (na rozdíl od Cuisiniera 2002, 13) nezlepšily. Dle Kerna (2011, 36) zlepšení ve člunkovém běhu na 300 yardů po aplikaci beta-alaninu nebylo signifikantní. Ducker (2013, 19) neprokázal u veslařů zlepšení na trati 2000 m. Podle Stouta, (2007, 62) a Smith-Ryanové (2012, 59) po  $\beta$ -alaninu zůstala  $VO_{2max}$  nezměněna. Vytrvalostní cyklistický výkon u cyklistů se rovněž nezlepšil (Chung, 2012, 32). Maximální síla při 1 RM (one Repetition Maximum) zůstaly nezměněny (Hollidge-Horvat 2000, 30). Celková izometrická síla ani tělesné složení se podle Kendricka (2008, 35) nezlepšily.

Dávkování  $\beta$ -alaninu je limitováno jednotlivou dávkou 800 mg, protože

vyšší dávky mohou být provázeny středně silnými až silnými parestesiami (Harris, 2006, Baguet, 2010, 4, 23). Wilson (2010, 72) doporučuje aplikovat 0,8 g každé 3 hodiny, dokud není dosaženo požadované denní dávky. Autoři většiny studií aplikovali absolutní dávky  $\beta$ -alaninu, nevztahovali je k tělesné hmotnosti. Pouze Bellinger (2015, 7) aplikoval denní dávku s ohledem na tělesnou hmotnost  $65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  denně s cílem omezit vedlejší účinky především u sportovců menšího vzrůstu. Podle Hoffmana (2006, 27) odezní parestesie do 1 hodiny. Pokud se  $\beta$ -alanin smíchá se sportovním nápojem obsahujícím sacharidy a minerály, výskyt parestesie je zanedbatelný (Hoffman, 2006, 27). Podle Artioliho (2010, 2) je  $\beta$ -alanin velmi bezpečným suplementem. Jako nejvýhodnější se v současné době aplikuje dávkování podle Saunderse (2017, 54), tj.  $65 \text{ mg} / \text{kg}$  ve formě rozdělené dávky (tj. 0,8-1,6 g každé 3-4 hodiny) v prodlouženém suplementačním časovém režimu 10-12 týdnů.

Vliv  $\beta$ -alaninu na sportovní výkon není velký, představuje zlepšení o 0,2-3,0 % a to jak při intermitentních tak při vytrvalostních zátěžích trvajících 30 sekund až 10 minut (Baguet, 2010, Chung, 2012, Saunders, 2017, 4, 32, 54). Navíc byly zjištěny značné interindividuální změny v syntéze svalových karnosinů (Nassis, 2017, 45). Nejpravděpodobnější příčinou sporných výsledků je individuální reaktivita na  $\beta$ -alanin, která rozděluje populaci sportovců na tzv. „low responders“ nebo „high responders“ (Derave, 2007, Baguet, 2010, Stellingwerf, 2012, 4, 15, 61). Dosáhnout účinné suplementace je méně snadné u dobře trénovaných než u začínajících sportovců (Bellinger, 2012, 5). Je zapotřebí dalšího zkoumání  $\beta$ -alaninu,

kteří by umožnilo jeho praktické využití při různých specifických sportovních situacích (Hobson, 2012, 26).

## ZÁVĚRY

Podle současné odborné literatury patří jak **bikarbonát sodný** tak  **$\beta$ -alanin** k ne mnoha potravním doplňkům, které přímo a nepochybně zlepšují sportovní výkon. Přesto je nutno mít na paměti, že jejich účinek je mnohem menší než účinek prostředků patřících mezi zakázaný doping. Navíc účinek potravních doplňků se může individuálně lišit. Pokud je to možné, doplňky stravy by si měl sportovec důkladně otestovat v tréninku, který by se svým charakterem co nejvíce podobal soutěžnímu výkonu a soutěžním podmínkám. Sportovci by měli rovněž zvážit, zda jim nevelké zvýšení výkonu stojí za riziko, že dojde k projevům možných nežádoucích účinků suplementu, případně zda neriskují pozitivní dopingový test díky kontaminaci některými zakázanými látkami přidanými k suplementu neseriózním výrobcem.

## LITERATURA

1. **ABE H.** Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry (Mosc)*. 2000; 65(7): 757-765.
2. **ARTIOLI GG, GUALANO B, SMITH A, STOUT J, LANCHI AHJ.** Role of  $\beta$ -alanine Supplementation on Muscle Carnosine and Exercise Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42: 1162-73.
3. **BAGUET A, BOURGOIS J, VANHEE L, et al.** Important role of muscle carnosine in rowing performance. *J Appl Physiol* 2010; 109: 1096–101.



4. **BAGUET A, KOPPO K, POTTIER A, et al.** Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 495-503.
5. **BELLINGER PM, HOWE S, SHING C, FELL JW.** The effect of combined  $\beta$ -alanine and NaHCO<sub>3</sub> supplementation on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44: 1545-51.
6. **BELLINGER PM.**  $\beta$ -Alanine supplementation for athletic performance: an update. *J Strength Cond Res* 2014; 28: 1751–70.
7. **BELLINGER PM.**  $\beta$ -alanine supplementation for athletic performance: An update. *Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print.* 2015; 29: 1-44.
8. **BIRD SR, WILES J, ROBBINS J.** The effect of sodium bicarbonate ingestion on 1500-m racing time. *J Sports Sci*, 1995, 13, 399-403.
9. **BISHOP D, EDGE J, DAVIS C, et al.** Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 807-813.
10. **BURKE LM.** Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 2013;75:15–26.
11. **CARR AJ, HOPKINS WG, GORE CJ.** Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med*, 2011; 41: 801–14.
12. **CARR AJ, SLATER GJ, GORE CJ, et al.** Effect of sodium bicarbonate on (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), pH, and gastrointestinal symptoms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2011; 21: 189–94.
13. **CUISINIER C, DE WELLE JM, ROGER K et al.** Role of taurine in osmoregulation during endurance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2002; 87: 489–95.
14. **DERAVE W, EVERAERT I, BEECKMAN S, BAGUET A.** Muscle carnosine metabolism and  $\beta$ -alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Med.* 2010;40:247-63.
15. **DERAVE W, ÖZDEMİR MS, HARRIS RC, POTTIER A, REYNGOUDT H, KOPPO K, WISE JA, ACHTEN E.**  $\beta$ -Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol.* 2007;103:1736-1743.
16. **DONOVAN T, BALLAM T, MORTON JP, CLOSE GL.**  $\beta$ -alanine Improves Punch Force and Frequency in Amateur Boxers During a Simulated Contest. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Published ahead of print, 2012.
17. **DOUROUDOS II, FATOUROS IG, GOURGOULIS V, et al.** Dose-related effects of prolonged NaHCO<sub>3</sub> ingestion during high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1746–53.
18. **DUCKER KJ, DAWSON B, WALLMAN KE.** Effect of  $\beta$ -alanine Supplementation on 800 m Running Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, published ahead of print, 2013.
19. **DUCKER KJ, DAWSON B, WALLMAN KE.** Effect of  $\beta$ -Alanine Supplementation on 2000 m Rowing Ergometer Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013; 23:336-43.

20. **DUNNETT M.** Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Vet. J. Suppl.* 30: 499-504, 1999
21. **GAO J, COSTILL D, HORSWILL C, PARK SH.** Sodium bicarbonate ingestion improves performance in interval swimming. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988; 58: 171-174.
22. **GOLDFINCH J, MCNAUGHTON L, DAVIES P.** Induced metabolic alkalosis and its effects on 400 m racing time. *Eur J Appl Physiol Occup* 1988; 57: 45-48.
23. **HARRIS RC, TALLON MJ, DUNNETT M, et al.** The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids.* 2006; 30(3): 279-289.
24. **HILL CA, HARRIS RC, KIM HJ, HARRIS BD, SALE C, BOOBIS LH, KIM CK, WISE JA.** Influence of  $\beta$ -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids.* 2007; 32: 225-33.
25. **HOBSON RM, HARRIS RC, MARTIN D, SMITH P, MACKLIN B, GUALANO B, SALE C.** Effect of  $\beta$ -alanine, with & without sodium bicarbonate, on 2000 m rowing performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013; 26:26.
26. **HOBSON RM, SAUNDERS B, BALL G, et al.** Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids* 2012; 43: 25–37.
27. **HOFFMAN J, RATAMESS N, KANG J, MANGINE G, FAIGENBAUM A, STOUT J.** Effect of creatine and beta-alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006; 16: 430-46.
28. **HOFFMAN JR, RATAMESS NA, ROSS R, et al.**  $\beta$ -Alanine and the hormonal response to exercise. *Int J Sports Med.* 2008; 29: 952-8.
29. **HOFFMAN JR, EMERSON NS, STOUT JR:**  $\beta$ -Alanine Supplementation. *Current Sports Medicine Reports.* 2012; 11(4): 189-95.
30. **HOLLIDGE-HORVAT MG, PAROLIN ML, WONG D, et al.** Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000; 278: E316–E329.
31. **HOWE ST, BELLINGER PM, DRILLER MW, SHING CM, FELL JW.** The effect of  $\beta$ -Alanine supplementation on isokinetic force and cycling performance in highly-trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Published ahead of print, 2013.
32. **CHUNG W, SHAW G, ANDERSON ME, et al.** Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. *Nutrients* 2012; 4: 1441–53.
33. **JORDAN T, LUKASZUK J, MISIC M, UMOREN J.** Effect of  $\beta$ -alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7: 20.
34. **KATZ A, COSTILL DL, KING DS, et al.** Maximal exercise tolerance after induced alkalosis. *Int J Sports Med* 1984; 5: 107–10.

35. **KENDRICK I**, HARRIS R, KIM H, KIM C, DANG V, LAM T, BUI T, SMITH M, WISE J. The effects of 10 weeks of resistance training combined with  $\beta$ -alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids*. 2008;34:547-54.
36. **KERN BD AND ROBINSON TL**. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *J Strength Cond Res*. 2011;25: 1804-15.
37. **KIM HJ**, KIM CK, LEEYW, HARRIS RC, SALE C, HARRIS DB, WISE JA. The effect of a supplement containing beta-alanine on muscle carnosine synthesis and exercise capacity, during 12 wk combined endurance and weight training. *J Int Soc Sports Nutr*. 2006;3:S9.
38. **LANCHA JUNIOR AH**, PAINELLI VS, SAUNDERS B, et al. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports Med* 2015;45 (Suppl 1):71–81.
39. **MAINWOOD GW**, WORSLEY-BROWN P. The effects of extracellular pH and buffer concentration on the efflux of lactate from frog sartorius muscle. *J Physiol* 1975; 250: 1–22.
40. **MAUGHAN RJ**, BURKE LM, et al. IOC Consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med* 2018; 52: 439–455
41. **MCNAUGHTON L**, THOMPSON D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:456–62.
42. **MCNAUGHTON L.**, CEDARO J.. Sodium citrate ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise of different durations. *Eur. J. Appl. Physiol*. 64:36–41. 1992.
43. **MCNAUGHTON LR**, DALTON B, PALMER G. Sodium bicarbonate can be used as an ergogenic aid in high intensity, competitive cycle ergometry of 1 hour duration. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 64-69.
44. **MCNAUGHTON LR**, SIEGLER J, MIDGLEY A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep* 2008;7(4):230-6.
45. **NASSIS GP**, SPORER B, STATHIS CG.  $\beta$ -alanine efficacy for sports performance improvement: from science to practice. *Br J Sports Med* 2017;51.
46. **PAINELLI V**, ROSCHEL H, SALE C et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Appl Physiol Nut Metab*. 2013;38:525-32.
47. **PETERSON MD**, RHEA MR, ALVAR BA. Maximizing strength development in athletes: A meta-analysis to determine the dose-response relationship. *J Strength Cond Res*. 2004;18:377–82.
48. **POTTEIGER JA.**, NICKEL GL., et al.. Sodium citrate enhances 30km cycling performance. *Int. J. Sports Med*. 17:7–11. 1996.
49. **POTTEIGER JA.**, WEBSTER GL, NICKEL GL., et al. The effects of buffer ingestion on metabolic factors related to distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol*. 72:365–371. 1996

50. **REQUENA B, ZABALA M, PADIAL P,** et al. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res.* 2005; 19: 213–24.
51. **REQUENA B, ZABALA M, PADIAL P,** et al. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res.* 2005; 19(1): 213-24.
52. **SALE C, HILL C, PONTE J, HARRIS R.**  $\beta$ -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *J Int Soc Sports Nutr* 9: 1-7, 2012.
53. **SALE C, SAUNDERS B, HARRIS R.** Effect of  $\beta$ -alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance. *Amino Acids.* 2010; 39: 321-33.
54. **SAUNDERS B, ELLIOTT-SALE K, ARTIOLI GG,** et al.  $\beta$ -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2017; 51.
55. **SHAVE R., WHYTE G,** et al.. The effects of sodium citrate ingestion on 3,000-meter time-trial performance. *J. Strength Cond. Res.* 15:230–234. 2001.
56. **SIEGLER JC, MARSHALL PW, BRAY J,** et al. Sodium bicarbonate supplementation and ingestion timing: does it matter? *J Strength Cond Res* 2012; 26: 1953–8.
57. **SMITH A, MOON J, KENDALL K, GRAEF J, LOCKWOOD C, WALTER A, BECK T, CRAMER J, STOUT J.** The effects of  $\beta$ -alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. *Eur J Appl Physiol.* 105:2009;357-63.
58. **SMITH A, WALTER A, GRAEF J, KENDALL K, MOON J, LOCKWOOD C, FUKUDA D, BECK T, CRAMER J, STOUT J.** Effects of  $\beta$ -alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2009; 6:1-9.
59. **SMITH-RYAN AE, FUKUDA DH, STOUT JR, KENDALL KL.** High-velocity intermittent running: effects of  $\beta$ -alanine supplementation. *J Strength Cond Res,* 26(10): 2798-2805, 2012.
60. **SMITH-RYAN AE, WOESSNER MN, MELVIN MN** et al. The effects of beta-alanine supplementation on physical working capacity at heart rate threshold. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014;34:397-404.
61. **STELLINGWERFF T, DECOMBAZ J, HARRIS R, BOESCH C.** Optimizing human in vivo dosing and delivery of  $\beta$ -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids.* 2012;43:57-65.
62. **STOUT JR, CRAMER JT, ZOLLER RF, TOROK D, COSTA P, HOFFMAN JR, HARRIS RC, O’KROY J.** Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids.* 2007; 32: 381-6.
63. **SUZUKI Y, ITO O, MUKAI N, TAKAHASHI H, TAKAMATSU K.** High Level of Skeletal Muscle Carnosine Contributes to the Latter Half of Exercise Performance during 30s Maximal Cycle Ergometer Sprinting. *Jpn J Physiol.* 2002; 52: 199-205.
64. **SUZUKI Y, ITO O, TAKAHASHI H, TAKAMATSU K.** The Effect of

- Sprint Training on Skeletal Muscle Carnosine in Humans. *Int J Sport Health Sci.* 2004; 2: 105-10.
65. **SWEENEY** KM, **WRIGHT** GA, **GLENN BRICE** A, **DOBERSTEIN** ST. The Effect of  $\beta$ -Alanine Supplementation on Power Performance During Repeated Sprint Activity. *J Strength Cond Res* 2010; 24(1): 79-87.
  66. **TOBIAS** G, **BENATTI** FB, **PAINELLI** VS, **ROSCHEL** H, **GUALANO** B, **SALE** C, **HARRIS** RC, **LANCHA AH JR.**, **ARTIOLI** GG. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids.* 2013;45:309-317.
  67. **TREXLER** ET. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [online]. 2015; 12(1), 1 [cit. 2016-05-24]. DOI: 10.1186/s12970-015-0090-y. ISSN 1550-2783.
  68. **VAN THIENEN** R, **VAN PROEYEN** K, **VANDEN EYNDE** B, **PUYPE** J, **LEFERE** T, **HESPEL** P.  $\beta$ -alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:898-903.
  69. **VERBITSKY** O, **MIZRAHI** J, **LEVIN** M, et al. Effect of ingested sodium bicarbonate on muscle force, fatigue, and recovery. *J Appl Physiol* 1997; 83: 333-337.
  70. **WALTER** AA, **SMITH** AE, **KENDALL** KL, **STOUT** JR, **CRAMER** JT. Six weeks of high-intensity interval training with and without  $\beta$ -alanine supplementation for improving cardio-vascular fitness in women. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 1199-207.
  71. **WILKES** D, **GLEDHILL** N, **SMYTH** R. Effect of acute induced metabolic alkalosis on 800-m racing time. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [01 Jan 1983, 15(4):277-280]
  72. **WILSON** JM, **WILSON** GJ, **ZOURDOS** MC, **SMITH** AE, **STOUT** JR.  $\beta$ -alanine supplementation improves aerobic and anaerobic indices of performance. *Strength Cond J.* 2010; 32: 71-8.
  73. **ZAJAC** A, **CHOLEWA** J, **POPRZECKI** S, et al. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *J Sports Sci Med* 2009; 8: 45-50.
  74. **ZOELLER** RF, **STOUT** JR, **O'KROY** JA, **TOROK** DJ, **MIELKE** M. Effects of 28 days of  $\beta$ -alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion. *Amino Acids.* 2007;33:505-10.

## KONTAKT

Doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.  
 Ústav tělovýchovného lékařství 1. LF  
 UK a VFN, Praha  
 e-mail: [zvili@lf1.cuni.cz](mailto:zvili@lf1.cuni.cz)

Mgr. Pavel Kysel, DIS.  
 Vysoká škola tělesné výchovy a sportu  
 PALESTRA spol. s r.o., Praha  
 e-mail: [kysel@palestra.cz](mailto:kysel@palestra.cz)

MUDr. Radka Petráková-Doležalová, Ph.D.  
 FTVS Univerzita Karlova  
 Praha

MUDr. Simona Majorová  
 FTVS Univerzita Karlova  
 Praha

## FORECASTING AND PROGNOSING IN EDUCATION

BEATA PITULA, BARBARA GRZYB

**Abstrakt:** *Forecasting in education, in the context of events and processes also of a social nature, allows to draw attention to the important role that it plays today. It externalises not only the complexity of the child's problems, but also the confirmed and empirically described difficulties, resulting after all from realistic information closely related to the development of education. Hence the discussion on the terminology of forecasting, models and types of prognostic forms as contemporary indicators of the conceptual prediction of the child's educational future arises in the article. The presented prognostic proceeding, which is presented in the form of a five-layer process, shows that every action closes in an area that is also very important both for specialists and parents. Making an in-depth analysis of the forecasting process, so specific and rarely discussed in the subject literature, highlights the increasingly observed dynamization of this impact in the sphere of contemporary education.*

**Key words:** *forecasting, education, forecasting model, prognostic forms, prognostic process.*

---

---

### INTRODUCTION

Predicting future events and processes based on the existing in the past authentic social events allow today to make a statement that in many areas of life the issue of forecasting begins to play a very important role. Most frequently it allows to predict certain events or facts, but one cannot resist the impression that a complete surrender to a prognosis is associated with a certain skepticism in assessing the accuracy of "events within the same science as well as outside of it"<sup>1</sup>. It is easy

to notice that attempts to obtain reliable knowledge about the future within a certain science encounter numerous theoretically described and empirically confirmed difficulties. These difficulties are manifested with the greatest strength in the so-called issue of prognostic accuracy<sup>2</sup>.

However, looking from the perspective of the contemporary education, K. Denek remarks that "prognosing in education is one of the most neglected elements of the rational shaping of its

---

<sup>1</sup> A. Kołodziej, Prognozowanie zjawisk społecznych w obrębie socjologii – nadzieje, możliwości, ocena trafności, [in:] I. Sobieraj, A. Kołodziej (ed.), Prognoza, interwencja i ewaluacja

w naukach społecznych. Teoria socjologiczna i praktyka badawcza, Wydawnictwo „Adam Marszałek”, Toruń 2015, s.19

<sup>2</sup> Ibidem, p.13

policy in the first quarter of the 21st century”<sup>3</sup>. In this situation one should pay attention to the realistic degree of the prognostic information, as these are determined by historical experience resulting from the development of education. Nobody can deny that the knowledge, skills, visions and paradigms accumulated by humanity have left their mark in education in their characteristic way. On the other hand, its historical and often timeless overall impact is of considerable importance for the current level of pedagogical opportunities, the implementation of which continues to influence future generations<sup>4</sup>.

In this case it is justified to sketch not only the issues of contemporary prognosing but also a definitional explanation of both the content and possible conditions regarding the date of the prognosis.

In general, it can be said that the terminological formula of the concept of prognosis is explicated very differently, and the difference in the way it is approached most often results from the field in which it is applied. According to the dictionary of psychology, the forecast (prognosis) in the strict sense is the prediction (in the sense of a guess based on the collected information) of the presumed course and outcome of some process, for example:

- educational;
- methodological;
- programmatic;<sup>5</sup> etc.

In the view presented by W. Okoń, a pedagogical prognosis (Greek - *prognosis*) is a prediction of this state in some chosen field of education and upbringing, which will take place at a given time. With reference to time, a distinction is made between a *short-term one*, e.g. predicting the results at the end of the school year, a *medium-term one*, covering several years, (...) and a *long-term one* pertaining to important, anticipated changes in a couple or several decades. The prognosis is usually treated as a numerical result of the prediction process, i.e. inference allowing of an accurate assessment of the value of implementation of a random variable in the adopted period in the future<sup>6</sup>.

A fairly popular definition of a prognosis can be read from the “Pedagogical Dictionary”, as it indicates that it is “the prediction of the course of specific phenomena and processes based on justified premises and formulated by specialists dealing with a given field. A pedagogical prognosis consists of predicting changes that can and / or should be introduced in the education system of a given country, as well as the effects of these changes, after a certain period of time”<sup>7</sup>. Therefore, forecasting in pedagogy can be defined as a certain assumption regarding events that may occur in the future. In other terms, “the prognosis is the result of a scientifically

---

<sup>3</sup> K. Denek: *Tocząca się reforma edukacji*. „Nauczyciel i Szkoła” 2006, Nr 3-4 (32-33), 21-42.

<sup>4</sup> S. M. Markova, E. Pavlovna Sedhyh and S. A. Tsyplakova, *Upcoming trends of educational systems development in present-day conditions*, „Life Science Journal” 2014;No 11; pp.489.

<sup>5</sup> *Słownik psychologii*, 2000, s. 551-552

<sup>6</sup> W. Okoń(1998): *Nowy słownik pedagogiczny*. Wyd. drugie, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa, s. 316.

<sup>7</sup> Cz. Kupisiewicz, M. Kupisiewicz, (2009): *Słownik pedagogiczny*. PWN, Warszawa, s. 145.

based prediction of the course and condition of possible (probable) future events (matters, facts, phenomena) expressed in the form of prognostic information". However, it should be emphasized, just as the author does it, that the prognosis should be treated as a theory of solving specific problems related to predicting the future<sup>8</sup>.

Prognosing is a cognitive activity, usually exercised by using scientific procedures, aimed at showing the most likely directions of social and economic changes, their pace, structure and range<sup>9</sup>. The benefits of forecasting are also experienced in education. It is first and foremost "a scientific activity aimed at expressing the judgment about the occurrence of a given educational phenomenon in a specific place and time in the future"<sup>10</sup>. To hint at this issue is nothing more than to draw attention to the fact that the achievements of pedagogy so far, and in particular its theory and practice, constitute a rich source of knowledge which, according to K. Denek, allows children and youth to be prepared for the future that awaits them<sup>11</sup>. The author's observation is also confirmed by S. M. Markov, E. Pavlovna et al. because they point out that both the content and the realistic degree of scientifically proven information is determined by the historical experience of education itself. In turn, prognoses in the sphere of education are related not

only to perspective needs as well as the social ones in the scope of far-reaching planning, but also to making decisions and determining priorities in the educational policy<sup>12</sup>.

Relying on the process of conditions regulating the very aspect of predicting certain events in the educational process, it is important to recognize experience, knowledge and substantive data obtained from many sources, which can confirm the occurrence of a certain phenomenon in education. Very frequently "the consequences of the current reform efforts can only be seen in the long term"<sup>13</sup>. Hence, "predictivism in the approach towards the tasks of the educational system is deterministic. The prognosis provides a vision of the future condition, allows of the preparation of appropriate staff, infrastructure, content, methods, etc. Formulating a future condition image – which is always associated with evaluation (valuation) - creates opportunities to take such steps so as to make the future state of the matters valuable and socially desirable"<sup>14</sup>.

Considering the definitions quoted above, as well as the orientation of the prognosis in the field of pedagogy, we note that it can most frequently relate to demography, and diagnosing didactic, educational, social or economic problems based mainly on hard data, as confirmed by the contemporary scientific literature<sup>15</sup>. From the point of view

<sup>8</sup> A. Filasiewicz (1977): Prognoza, program, plan, Wiedza Powszechna, Warszawa, s. 20-21, s. 42.

<sup>9</sup> Ibidem, p. 946

<sup>10</sup> A. Marszałek (2005): Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa s. 953.

<sup>11</sup> K. Denek: Tocząca się reforma edukacji... op. cit., p. 33.

<sup>12</sup> Markova S. M., Pavlovna E., Sedhyh and. Tsyplakova S. A., Upcoming trends of educational systems development in present-day conditions, „Life Science Journal” 2014; No 11; pp.489.

<sup>13</sup> A. Marszałek (2005): op. cit., p. 954.

<sup>14</sup> Ibidem, p. 954.

<sup>15</sup> Cf. Encyklopedia socjologii, 2002; U. Gruca-Miąsik, (2005): Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku; K. Denek: Tocząca się reforma



of pedagogical practice, we notice many common conditions in the prognosing space. They allow not only to anticipate certain phenomena, but also to regulate the process of individual, group or institutional impacts. These activities usually lead to the harmonization of the support process, whose predictability in many areas is already documented. In addition, standardization in prognosing that we deal with in case of a diagnosis, allows to organize the impacts, their regulation as well as planning and designing future initiatives and practices.

## MODELS AND TYPES OF PROGNOSTIC FORMS

By situating the concept of the model with reference to a definitional dimension of the prognosis, it is noted that it is a construction, scheme or description showing the operation, structure, features, dependence of a phenomenon or object<sup>16</sup>. "A very frequently used technique in the field of modeling is the technique of operational description"<sup>17</sup>. "If the model is correctly constructed, it allows of the orientation in the current reality and prediction of changes related to the processes under consideration to its specific parts"<sup>18</sup>. The components of the prognosis itself indicating the overall

structure of this process are also important and based on its characteristic assumptions. They mainly concern the time, purpose of the prognosis, tasks, planning and evaluation. Assuming, however, that the prognosis in education is regulated by a number of conditions of interdisciplinary importance, the modeling of this process may be considered important (Fig. 1).

As emphasized by A. Marszałek, the nature of the prognosis focuses on objectives and tasks specific to the potential variants of their implementation. The essence of the conceptual strategy is primarily to determine the time, course of action and conclusions resulting from the analysis of the state of a given segment of the reality being examined, by using, among others, the following methods:

- monitoring;
- observation and analysis of the educational process;
- analysis of professional activities;
- analysis of scientific discoveries;
- inventions;
- socio-economic changes<sup>19</sup>.

The model approach to the prognosis is today a starting point for analyzing a number of problems of modern education, which should be anticipated in

---

edukacji. „Nauczyciel i Szkoła” , 2006, Nr 3-4. K. N. Ross, L. Mählck (Edited by), Planning the quality of education. The collection and use of data for informed decision-making. Unesco: International Institute for Educational Planning Pergamon Press, 1990, pp.15. [http://wiki-devel.sugarlabs.org/images/4/4c/Somerset\\_Chp2\\_Different.pdf](http://wiki-devel.sugarlabs.org/images/4/4c/Somerset_Chp2_Different.pdf), [accessed on: 14.10.2017.].

<sup>16</sup> Słownik Języka Polskiego PWN: <http://sjp.pwn.pl/slownik/2484153/model> (10.04.2017).

<sup>17</sup> Parametryzacja i kwantyfikacja w analizie efektywności organizacyjnej Piekarczyk H., Stabryła A (red.) Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie nr 345, Wydawnictwo AE w Krakowie, Kraków 1991, s. 85-101.

<sup>18</sup> J. Zieleniewski, Organizacja i zarządzanie, PWE, Warszawa 1979, s. 46; quoted after: B. Glinikowska, Modelowanie w procesach usprawniania organizacji - uwagi teoretyczno-metodyczne, „Acta Universitatis Lodzensis Folia Oeconomica”, 2010, nr 234, s. 257.

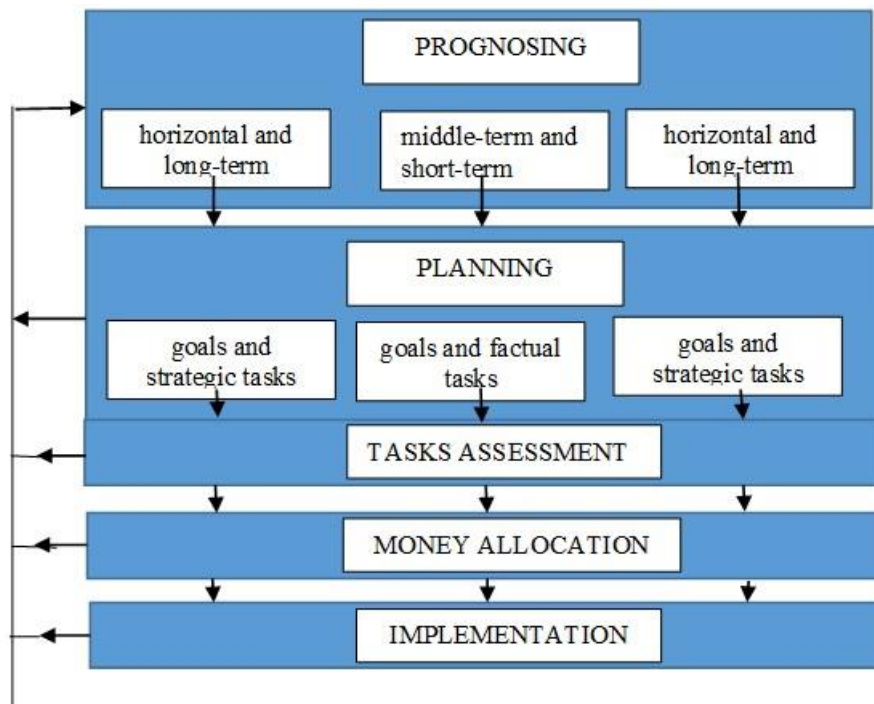
<sup>19</sup> A. Marszałek (2005): op. cit., s. 959.

the area of effective care, education and upbringing of children and youth.

In contrast to the definition of the prognosis and its model, the key issue is the prognostic forms. Their role is primarily to recognize and search for such assumptions the targeting of which will be closely related to the studied segment of the reality, e.g. the educational one. This is an extremely difficult task, because we do not always deal with the same or a similar complex of conditions

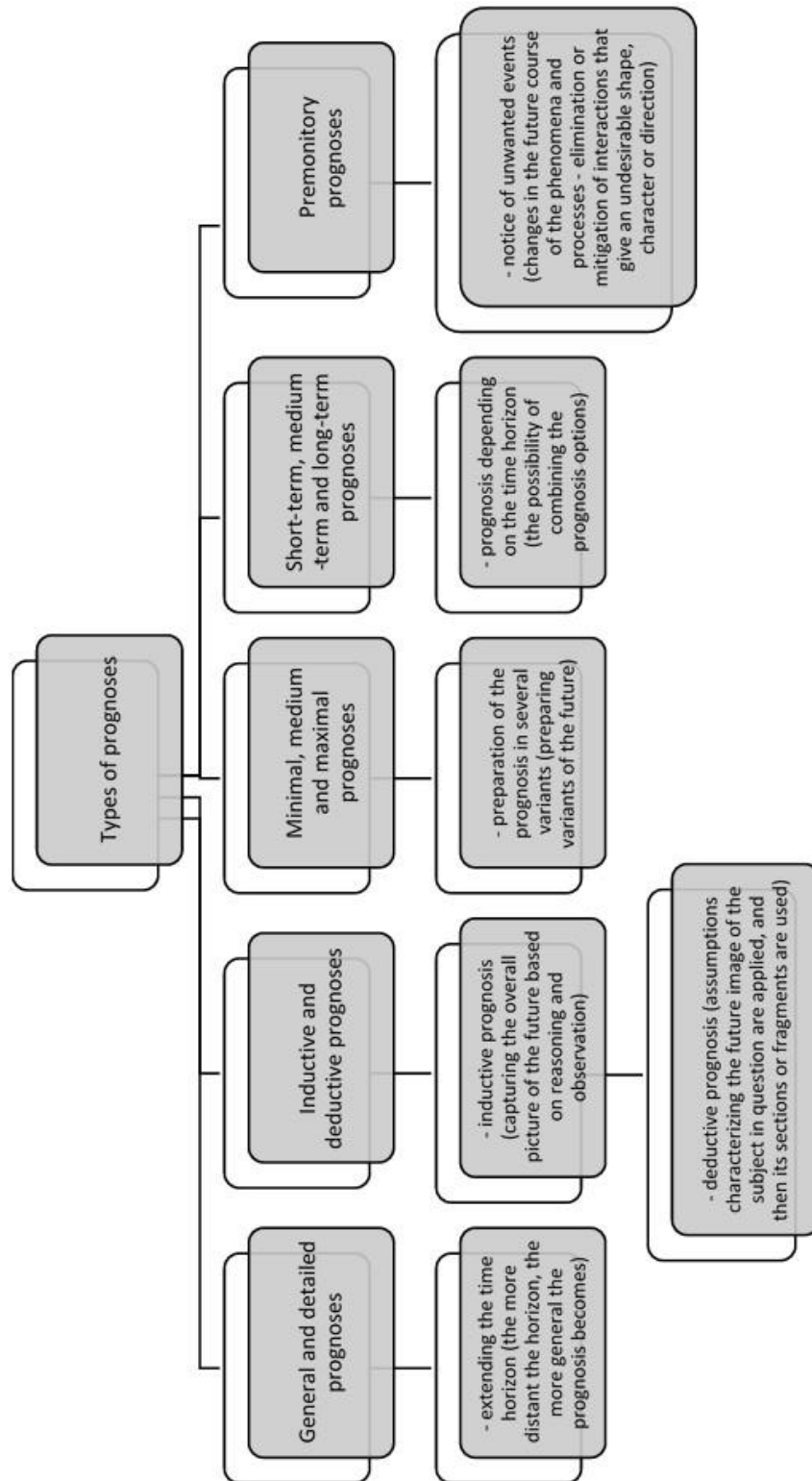
having a significant impact on the regulation of all variables that cause the same social phenomenon in different periods of time and place. It should be emphasized, however, that many kinds of prognoses can be found in the scientific (pedagogical, sociological, psychological) literature. To approximate the specificity of the prognostic forms, the following scheme was used (Fig. 2).

**Fig. 1 Model of the application of prognosing with different time horizons in the modernization of any selected system**



Source: A. Marszałek (2005):*Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa s. 960.*

Fig. 2 Types of prognostic forms



Source: Own elaboration based on U. Gruca-Miąsik (2005): Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa.

U. Gruca-Miąsik, while defining the general conditions of the most frequently indicated prognostic forms in education, signaled not only a certain hierarchy, but also the purposefulness of their application. Thus, we have a division of the prognosis into five separate variants with the individual dynamics of the processes, characterizing each of the areas indicated in the scheme. These forms have their own specificity and scope of assessment based on diverse and often individual conditions. However, from the perspective of the author, one can say that "the prognosis as its main goal accentuates the most accurate and objective diagnosis of the future, and therefore its faithful reflection in the content of the prognosis and its developed description."<sup>20</sup>

In relation to the described issue, it is worth using a different approach to forecasting in order to approximate possible impacts focused on the extrapolation of trends, expert opinions and recognized assumptions, and, as emphasized by K. Denek<sup>21</sup>, normative and integrated actions. Referring to the views of the author, a diagram was prepared on prognosing in education, including the basic areas of the assessment of development processes, allowing of the initial prediction of the child's educational future. The variants indicated in the diagram do not exhaust all the possible solutions, but only specify the basic criteria for their application (Figure 3).

The developed scheme, which characterizes, *inter alia*, K. Denek's views on prognosing, has been extended by the issue of the child's educational future. The

most important criteria related to the investigative, heuristic, normative and integrated prognosing have been assigned to the identified areas. However, looking from the perspective of the contemporary prognosing indicators, which relatively affect the concepts of forecasting the child's educational future, we will notice that the indicators presented do not exhaust all the possible variants of its occurrence in the social reality. It can therefore be said that they are a reference point for the development of individual criteria and verifiers of forecasting and prognosing in education.

## **PROGNOSTIC PROCEEDINGS IN EDUCATION**

Forecasting and prognosing the educational future of children, as well as the prospect of the continuity of their education are increasingly becoming a prognostic issue in many scientific disciplines such as pedagogy, psychology and sociology. Owing to their perspective we can identify a lot of important issues concerning not only the prognosing process including the forms or problems but also even anticipating the occurrence of a certain phenomenon in education. Undoubtedly, educational forecasting is an important aspect in terms of prediction, that is, anticipating and even preceding certain phenomena based on the previously existing problems. However, from the perspective of R. A. Slaughter, we notice that the discourse concerning the future is absent in educational practice, both at the highest levels of executive decision-making, universities [...] as well as in school classes<sup>22</sup>. The necessity of

---

<sup>20</sup> U. Gruca-Miąsik (2005): *op. cit.* s. 948.

<sup>21</sup> K. Denek: *Tocząca się reforma edukacji. „Nauczyciel i Szkoła” nr 3-4 (32-33), s. 21-42. 2006.*

<sup>22</sup> R. A. Slaughter: *Futures Education: catalyst for our times*, [in:] M. Bussey, S. Inayatullah,

these activities results from many variables, but according to the idea of anticipation, it is of great importance for forecasting possible formal solutions in education, not only on the basis of intuition, but also scientific and research knowledge, which is essential for future actions and decisions in many areas of education.

Looking from the perspective of the child's education, a significant diagnostic activity is an exploration of the knowledge of its functional capabilities and predispositions that result from the interdisciplinary view of many specialists. It becomes the starting position of the prognosis focused on the overall development of the child and his/her potential education.

Regardless of the forecasting and prognosing system and a number of determinants regulating this process, A. Kołodziej draws attention to its essential criteria, namely:

- the prognosis should be treated as the ultimate goal and describe the shape of future solutions;
- the guarantee of the correctness of the diagnosis (prognosis as the basis for verification of theoretical conditions);
- the basis for the implementation of practical measures aimed at the child and his/her family, sup-

porting decision-making processes<sup>23</sup> (prognosis as the basis for determining / justifying the direction of the future, often necessary, actions, but in this sense it can take the form of a premonitory prognosis);

- the basis for evaluation of previously undertaken activities (assessment of the effectiveness of specific activities, programs, therapies, etc.)<sup>24</sup>.

Considering the above conditions of the prognosis, we can say that it is primarily the ordering of the information obtained in the context of evaluation and individual decision-making processes. It is worth stressing, however, that the procedures related to prognostic and diagnostic activity indicate that the interdisciplinary diagnosis will play a key role as one of the main indicators of the developmental prognosis. It is the basis for recognizing and identifying the child's abilities, but also for exploring possible pedagogical or therapeutic solutions. "The diagnosis is crucial not only for this quest, but also for human development and functioning in general. An improper placement may intensify the effects of, for example, disability. Hence, the triad should always be present: diagnosis - prognosis - therapy<sup>25</sup>. Referring to the author's indications, we notice a separate

---

I. Milojević (eds.), *Alternative Educational Future: Pedagogies for Emergent Worlds*, Sense Publishers, Rotterdam 2008, pp. 68.

<sup>23</sup> M. Cieślak, Wprowadzenie, [in:] *Prognozowanie gospodarcze*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Łangego, Wrocław 1996, s. 9-28.

<sup>24</sup> A. Kołodziej, *Prognozowanie zjawisk społecznych w obrębie socjologii – nadzieje, możliwości, ocena trafności, ...* Op. cit, s. 14.

<sup>25</sup> M. Prokosz, *Diagnoza dziecka z zaburzeniami w rozwoju – konteksty definicyjne*. [in:] B. Cytowska, B. Winczura. (red.), *Dziecko z zaburzeniami w rozwoju. Konteksty diagnostyczne i terapeutyczne*. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2005., s. 15-35; quoted after: D. Gorajewska, *Fakty i mity o osobach z niepełnosprawnością*, Wydawca: „Integracja”, Warszawa 2006, s. 51.

system of three important areas that guide the correct diagnosis of e.g. a child. In this cycle of interactions, there is also a prognosis as the second component of this triad.

Perceiving the diagnosis as a component of prognosing is a very important link in this process, because the information obtained in this way determines the direction of the therapy based on the experience of specialists and empirical data<sup>26</sup>. They are quite often very distant from parents' expectations or assumed prognoses, but they play a fundamental role in getting to know the child.

Looking from the perspective of the concept of the prognosis and its conditions, one should refer both to the process itself and to the most common factors which, due to the observations of many specialists, regulate the scope of possible diagnostic, prognostic and therapeutic activities (Figure 4).

The presented model of prognosing in education indicates five main processes, which were assigned to specific primary activities. They provide a point of departure for continuous monitoring of the child's therapy, rehabilitation and education, including special educational needs, taking into account an active participation of parents. The final result is a long-term prognosis, owing to which we will be able to determine the child's capabilities and the continuity of the specialist assistance

provided to him/her. It is not without significance in this period to support parents/guardians in making decisions about the place of the child's education, because in many pedagogical and psychological environments, this is the issue that raises anxiety, often well-founded. Moreover, when developing a long-term prognosis, one cannot reject the analysis of educational trends in the context of school-related problems of the child, which often are visible in the statistical data and scientific research. It is worth noting, quoting after J. Skibska, that determining the impact of developmental abnormalities on the functioning of the child, but also determining at what stage of the development the child currently is and what his/her prognoses are<sup>27</sup>, is one of the most important indicators of prognostic diagnosis in education.

## AN ALTERNATIVE TO A CONCLUSION

Due to the seriousness of the problem, which is prognosis, but also challenges of the contemporary education, the economics of time, the accuracy of decisions and choices becomes significant, which entails the polarization of the positions in the field of prognosing an effective organization of social life. In turn "constant observation of the changes in civilization and the knowledge of tendencies and trends are among the basic conditions for achieving success in educating

---

<sup>26</sup> Cf. 1. B. Grzyb (2013): Uwarunkowania związane z przenoszeniem uczniów ze szkół integracyjnych do specjalnych. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków; 2. S. Sadowska, Z. Janiszewska-Nieścioruk, (2015), O dobrodziejstwie starej, dobrej szkoły specjalnej w perspektywie realizacji obowiązku szkolnego przez uczniów niepełnosprawnych – napięcia między ideą integracji a rzeczywistością.

„Przegląd Badań Edukacyjnych” nr 21 (2/2015), s. 137 – 152.

<sup>27</sup> J. Sibska, Model kształcenia ucznia ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi w placówkach oświatowych ogólnodostępnych, [in:] K. Denek, A. Kamińska, W. Łuczuk, P. Oleśniewicz (red.): Edukacja jutra. Uczeń i nauczyciel jako główne podmioty edukacji jutra. Oficyna Wydawnicza „Humanitas”, Sosnowiec 2012, s.160.

and raising children, adolescents and adults. Tendencies and trends should not be identified with fashion. A trend is an evolution, a social process whose course is known. A trend occurs when its signs of the same or increasing rate are present for a long time. Conducting a rational and effective social policy in the field of education requires its prognosing<sup>28</sup>. The already mentioned efficiency and rationalization of trends does not disregard for education, and one of its dimensions is in particular making a prognosis of the future path of education for children, including those at risk of disability.

It can therefore be said that the contemporary effectiveness of educational theory and practice allows to find in its achievements both successes and failures. Unfortunately, the sensible dynamics of the educational process is becoming more and more distant, the implications of educational goals are often achieved through intuition. Even in pedagogical tactics which defines the way of acting or diagnosing, the lack of detailed information about the student and its fragmentation makes it necessary to have a plan of action, which is often based on pedagogical intuition and the parents' wishes. Such an action makes the low probability of educational success of the child become a possible reality. It is right, therefore, for G. C. Chang to point out that there are too many entities of interest and interconnectedness in the education

sector, which requires not only a reliable information system, but also objective prognostic tools to facilitate consultations<sup>29</sup> regarding, among others, a reliable and responsible construction of the contemporary educational process of children and youth. It can thus be said, quoting after B. Agboola and J. Kola Adeyemi, that achieving accuracy in educational prognosing is not an easy task, because many conditions co-decide on its effectiveness. The authors also emphasize that procedures, cost-benefit analysis, operational research, analyzes and prognoses (projections) are not insignificant. Forecasting in rational planning may require more detailed analyzes, deterministic models, descriptive analyzes (extrapolation of trends, econometric modeling, etc.) or probability in probabilistic prognostic forecasting<sup>30</sup>.

Y. Berra rightly pointed out that predicting is a difficult thing<sup>31</sup>. Is it possible to imagine situations in which managing such complex processes as education could take place without making their prognosis? It is integrated into every contemporary system of organisation and management. Making rational decisions in education is associated with the ability to prognose its development. It is difficult not to share the opinion of C. Banach, "that the difficulties and errors of studying the past and formulating prognoses are much smaller than the losses resulting from the lack of thinking about the future."<sup>32</sup>

<sup>28</sup> Denek K.. (2006): *Tocząca się reforma edukacji...* op.cit., s. 31.

<sup>29</sup> Chang, G. C. (2008). *Strategic planning in Education: Some concepts and methods*. Paris: UNESCO, pp. 11.

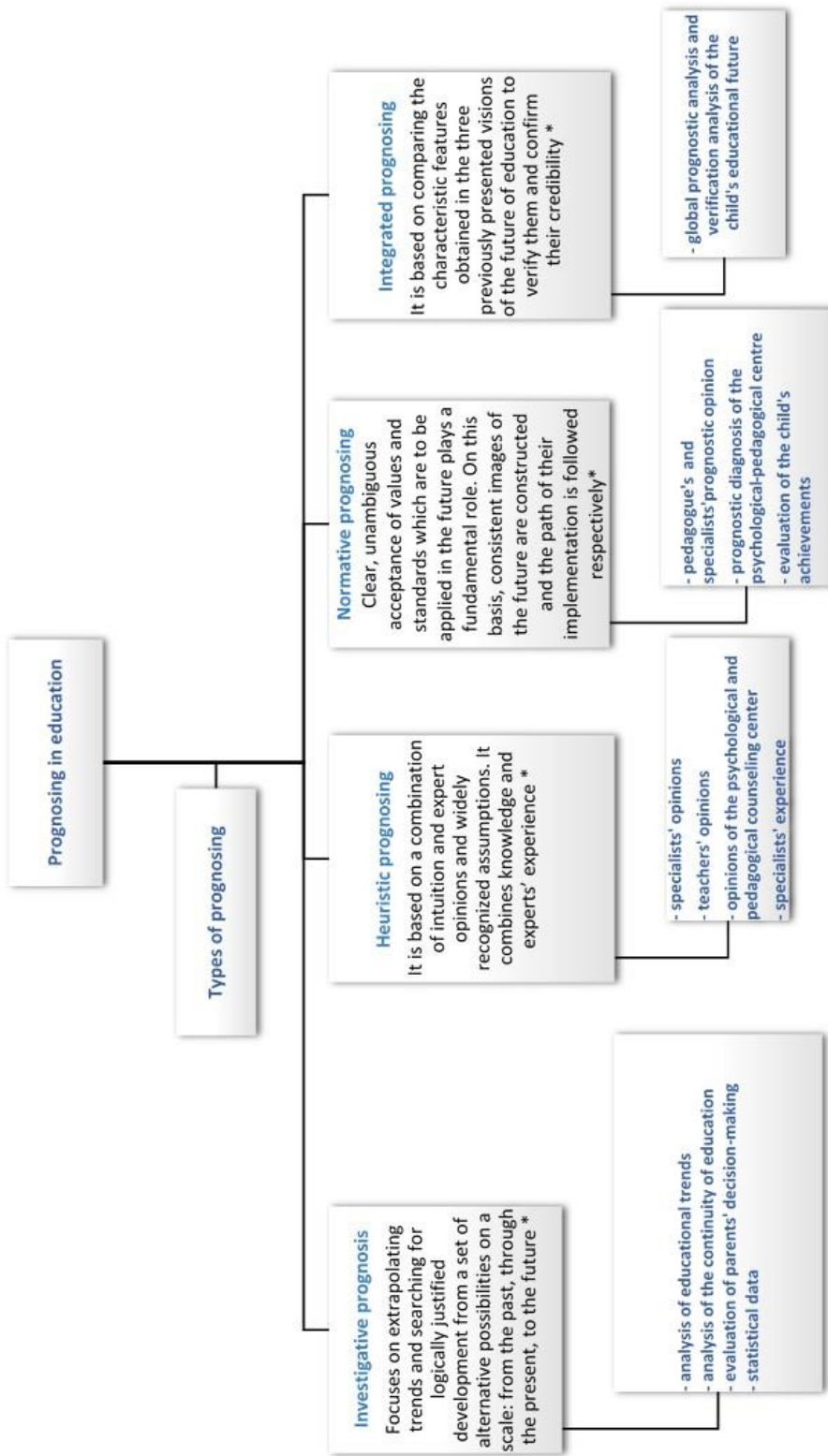
<sup>30</sup> B. M. Agboola, J. Kola Adeyemi, *Projecting Enrollment for Effective Academic Staff Planning in Nigerian Universities*, „Educational

*Planing*" (The Journal of the International Society for Educational Planning), 2013, Vol. 21 No. 1, pp. 7-8.

<sup>31</sup> Quoted after: Kaku M.: *Wizje, czyli jak nauka zmieni świat w XXI wieku*, Warszawa 2000.

<sup>32</sup> C. Banach: *Polska w XXI wieku*, (in:) *Szkoła w rozwoju*, J. Kropiwnicki (red.), Jelenia Góra 2000. s.34, za: Denek K.. (2006): *Tocząca się reforma edukacji*. „Nauczyciel i Szkoła” Nr 3-4 (32-33), 21-42. s. 32.

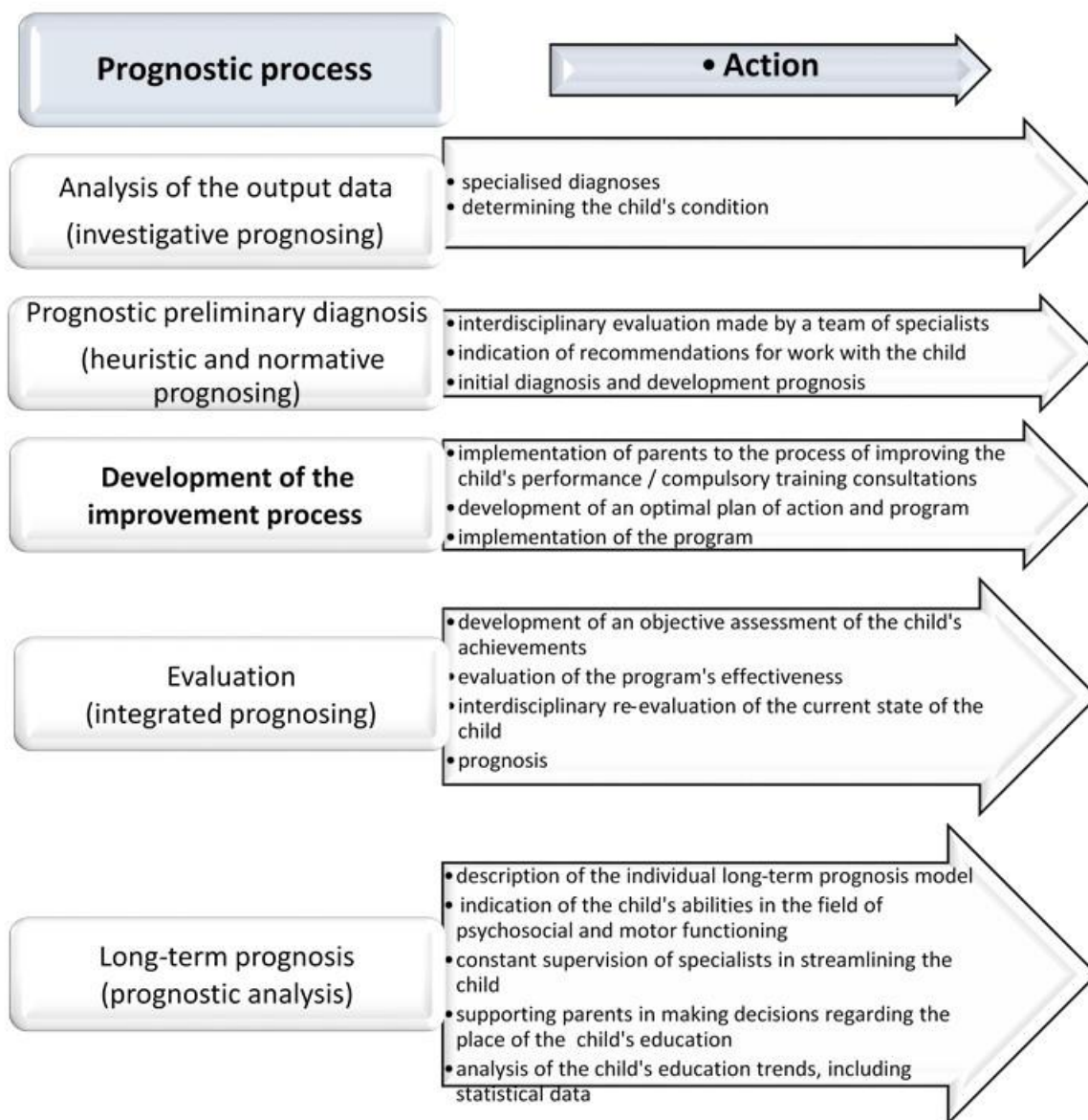
Fig. 3 Prognosing in education



Source: own elaboration based on: K. Denek: *Tocząca się reforma edukacji. „Nauczyciel i Szkoła” Nr 3-4 (32-33), 21-42. 2006, s. 33.*



Fig. 4 Prognostic process in education – general approach



Source: own elaboration based on K. Denek: *Tocząca się reforma edukacji. „Nauczyciel i Szkoła” 2006, Nr 3-4 (32-33), 21-42.*

## REFERENCES:

- AGBOOLA B. M., KOLA ADEYEMI J., Projecting Enrollment for Effective Academic Staff Planning in Nigerian Universities, „Educational Planing” *The Journal of the International Society for Educational Planning*, 2013, Vol. 21 No. 1, pp. 7-8.
- CIEŚLAK M. Wprowadzenie, In *Prognozowanie gospodarcze*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 1996, s. 9-28.
- CHANG, G. C. Strategic planning in Education: Some concepts and methods. Paris: UNESCO. 2008.
- DENEK K. Tocząca się reforma edukacji. *Nauczyciel i Szkoła*. 2006. Nr 3-4 (32-33), 21-42. s. 33.
- Encyklopedia socjologii*, Wydawnictwo Oficyna Naukowa s.c. Warszawa 2002.
- FILASIEWICZ A. *Prognoza, program, plan*. Wiedza Powszechna: Warszawa. 1977.
- GLINIKOWSKA B. Modelowanie w procesach usprawniania organizacji - uwagi teoretyczno-metodyczne. „*Acta Universitatis Lodzianensis Folia Oeconomica*”, 2010, nr 234, s. 257.
- GORAJEWSKA D., *Fakty i mity o osobach z niepełnosprawnością*. Wydawca „Integracja”: Warszawa. 2006.
- GRUCA-MIĄSIK U. *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*. Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa. 2005.
- GRZYB B. *Uwarunkowania związane z przenoszeniem uczniów ze szkół integracyjnych do specjalnych*. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków. 2013.
- KOŁODZIEJ A., Prognozowanie zjawisk społecznych w obrębie socjologii – nadzieje, możliwości, ocena trafności, In I. SOBIERAJ, A. KOŁODZIEJ (red.), *Prognoza, interwencja i ewaluacja w naukach społecznych. Teoria socjologiczna i praktyka badawcza*. Wydawnictwo „Adam Marszałek”: Toruń, 2015, s.19
- KUPISIEWICZ CZ., KUPISIEWICZ M. *Słownik pedagogiczny*. PWN, Warszawa. 2009.
- MARKOVA S. M., PAVLOVNA E., SEDHYH, TSYPLAKOVA S. A., Upcoming trends of educational systems development in present-day conditions. „*Life Science Journal*” 2014; No 11; pp.489.
- MARSZAŁEK A. *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*. Wydawnictwo Akademickie „Żak”: Warszawa. 2005. s. 953.
- OKOŃ W. *Nowy słownik pedagogiczny*. Wyd. Drugie. Wydawnictwo Akademickie „Żak”: Warszawa. 1998.
- Parametryzacja i kwantyfikacja w analizie efektywności organizacyjnej. In PIEKARZ H., STABRYŁA A (red.) *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie nr 345*. Wydawnictwo AE w Krakowie: Kraków 1991, s. 85-101.
- PROKOSZ M., Diagnoza dziecka z zaburzeniami w rozwoju – konteksty definicyjne. In B. CYTOWSKA, B.

- WINCZURA. (red.). *Dziecko z zaburzeniami w rozwoju. Konteksty diagnostyczne i terapeutyczne*. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2005., s. 15-35; za: D. GORAJEWSKA, Fakty i mity o osobach z niepełnosprawnością, Wydawca: „Integracja”, Warszawa 2006, s. 51.
- REBER A. S., *Słownik psychologii*, pod red. I. KURCZ, K. SKARŻYŃSKA, Wydawnictwo Naukowe „Scholar”: Warszawa. 2000, s. 551-552.
- ROSS K. N., MÄHLCK L. (Ed.). *Planning the quality of education. The collection and use of data for informed decision-making*. Unesco: International Institute for Educational Planning Pergamon Press. 1990, pp.15. [http://wiki-devel.sugarlabs.org/images/4/4c/Somerset\\_Chp2\\_Different.pdf](http://wiki-devel.sugarlabs.org/images/4/4c/Somerset_Chp2_Different.pdf), [accessed on: 14.10.2017.].
- SADOWSKA, S. JANISZEWSKA-NIEŚCIORUK, Z. *O dobrodziejstwie starej, dobrej szkoły specjalnej w perspektywie realizacji obowiązku szkolnego przez uczniów niepełnosprawnych – napięcia między ideą integracji a rzeczywistością*. „Przegląd Badań Edukacyjnych nr. 21, (2/2015), s. 137 – 152.
- SIBSKA J. Model kształcenia ucznia ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi w placówkach oświatowych ogólnodostępnych, In K. DENEK, A. KAMIŃSKA, W. ŁUCZUK, P. OLEŚNIEWICZ (red.). *Edukacja jutra. Uczeń i nauczyciel jako główne podmioty edukacji jutra*. Oficyna Wydawnicza „Humanitas”: Sosnowiec. 2012. s.160.
- SLAUGHTER R. A.,:Futures Education: catalyst for our times, In M. BUSSEY, S. INAYATULLAH, I. MILOJEVIĆ (eds.). *Alternative Educational Future: Pedagogies for Emergent Worlds*. Sense Publishers: Rotterdam. 2008, pp. 68.
- Słownik Języka Polskiego PWN*: <http://sjp.pwn.pl/slownik/2484153/model>. (10.04.2017).
- ZIELENIEWSKI J., *Organizacja i zarządzanie*, PWE: Warszawa. 1979, s. 46.

## VYUŽITÍ KOUČINKU VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ

### USING COACHING IN NUTRITION CONSULTING

MARKÉTA ŠVAMBERK ŠAUEROVÁ, LUCIE BLAŽKOVÁ

**Abstrakt:** *Výživové poradenství je proces, který se zabývá profesionálním poradenstvím a zaměřuje se přitom na člověka. Jeho základ tvoří osobní kontakt mezi poradcem a klientem, kteří mezi sebou komunikují prostřednictvím různých dialogů. Jednou z možných cest, které může výživový poradce při práci s klientem zvolit je koučink. V textu je věnována zejména pozornost základními rámci při využití koučinku a jeho základním principům, souvisejícím s etikou poradenské péče.*

**Klíčová slova:** *Výživové poradenství, koučink, zodpovědnost, osobnostní rozvoj.*

**Abstract:** *Nutrition counseling is a process that deals with human oriented professional counseling and focusing. Its basis is a personal contact between the counselor and the client, who communicate with each other through various dialogues. One of the possible ways a nutritionist can choose to work with a client is coaching. In the text, particular attention is paid to the basic frameworks for using coaching and its basic principles related to the ethics of counseling care.*

**Key words:** *Nutritional counseling, coaching, responsibility, personal development*

---

---

## ÚVOD

Výživové poradenství je proces, který se zabývá profesionálním poradenstvím a zaměřuje se přitom na člověka (Rufener, a další, 2016). Jeho základ tvoří osobní kontakt mezi poradcem a klientem, kteří mezi sebou komunikují prostřednictvím různých dialogů. Cílem výživového poradenství je co nejvíce sjednotit výživová doporučení se stravovacími návyky klienta, tedy jeho chováním v této oblasti (Pudel, a další, 2003). Řeší přitom témata výživy, nutriční problémy a změny chování ve stravování, které podporují zdraví člověka, předchází různým nemocem či podporují pozitivně rekonvalescenci

v průběhu onemocnění (Rufener, a další, 2016). Záměrem tohoto celého procesu je aktivace sil klienta k vlastní pomoci. Jedná se o službu, která nabízí dobrovolné využití jejich principů za pomoci vlastní zodpovědnosti a kompetence individuálního rozhodování (Pudel, a další, 2003). Měla by totiž vycházet z postoje, že člověk je samostatná entita, která je schopná změnit sama sebe, vytvářet nové vztahy a ovlivnit své okolí. Aby bylo možné dosáhnout u klienta zásadních změn ve způsobu stravování, je zapotřebí jeho aktivní zapojení do procesu a zároveň dostatečná motivace tyto změny chtít. Tyto dva atributy tvoří základní stavební

kameny výživového poradenství (Rufener, a další, 2016).

## **ZAHÁJENÍ VÝŽIVOVÉHO PORADENSTVÍ**

Základní znak pro zahájení výživového poradenství je primárně stejný a stále se opakující. Vycházejme z faktu, že stravovací návyky jsou řízeny hlavně potřebami klienta. Každý člověk má své vlastní motivy, které ho na základě určité situace vedou k rozhodnutí, jak se bude v daný moment stravovat. Jedná se takzvaně o subjektivní a vnitřní proces, který ho vede k určitému chování. Na druhé straně jeho rozhodování se nachází škála různých stravovacích požadavků, které jsou definovány vědci. Popisují především základní energetické potřeby organismu, výživové hodnoty pokrmů a ideální skladbu jídelníčku, které by měl klient ve svém dennodenním režimu pravidelně zohledňovat. Pokud se ale člověk stravuje způsobem, který je sice řízený jeho potřebami, neodpovídá však fyziologickým stravovacím parametrům, nastává nesoulad mezi požadavky organismu a potřebami klienta. Přesně tento moment je indikátorem pro zahájení výživového poradenství.

Nejpozději nyní je patrné, že se výživové poradenství nemůže zaměřovat pouze na popis výživových požadavků lidského organismu. Naopak jeho cílem je zmírnění neshody mezi reálným způsobem stravování člověka a vědecky podloženým doporučením. Středem pozornosti ve výživovém poradenství je tedy právě konkrétní rozhodnutí klienta, jak se bude stravovat. Toto individuální řízení chování hraje v celém procesu hlavní roli. Aby bylo vůbec možné plá-

novat jakékoliv změny, je nutné rozpoznat a pochopit, jaké existují faktory zvažování u klienta, které souvisí s motivy stravování. Zjednodušeně řečeno spočívá výživové poradenství v modifikaci motivů, které řídí chování a způsob stravování člověka. Není možné, aby se poradenství zaměřilo pouze na základy zdravého způsobu stravování a podrobilo se celé zdravotním kritériím, jelikož je tento cíl nereálný. Permanentním dialogem by se však mělo tomuto cíli přibližovat (Pudel, a další, 2003).

## **OSOBNOST VÝŽIVOVÉHO PORADCE**

Profese výživového poradce je v dnešní době mezinárodně uznávanou činností. Poradcem je odborník v oblasti výživy a dietologie, který pomáhá jednotlivcům či skupinám řešit různé problémy souvisejících s výživou. Oblastí, ve kterých nachází poradce uplatnění, je mnoho, od veřejných zdravotních institucí přes soukromé ordinace, potravinový průmysl, vzdělávací sektor až po vědecké činnosti. Dle International Confederation of Dietetics Associations (ICDA, 2004) se dělí oblasti, ve kterých může být výživový poradce, resp. nutriční poradce činný, do kategorií administrativního, klinického a obecného dietologa. European federation of the Associations of Dietitians (EFAD) doplňuje tento seznam o sektor veřejného zdraví. Povolání výživového poradce či nutričního terapeuta je opravdu rozmanitá činnost, která zahrnuje různorodé aktivity, jako například zajištění péče a supportu v ambulantním sektoru, vývoj jednotlivých produktů v potravinovém průmyslu, vypracování plánů a projektů podporujících veřejné zdraví a všeobecnou prevenci v oblasti výživy

a dietologie, působení ve školství a vzdělávacích institucích.

Zaměříme-li se podrobněji na činnost poradce, zjistíme, že se jedná především o vedený rozhovor s klientem. Hlavním úkolem poradce spočívá v interakci s protějškem, který od něho očekává podporu v rámci svého problému, zodpovězení dotazů a pokud možno vyřešení situace. Klíčovou a nutnou kompetencí poradce je schopnost interagovat a komunikovat s klientem. Dalším požadavkem jsou rozsáhlé vědomosti a značné zkušenosti v oboru, které umožňují poradci rychlé a reflexní jednání. Mnoho překážek spojených s tématem výživy je komplexního charakteru, nicméně času potřebného pro fundované rozhodnutí je mnohdy málo. Z tohoto důvodu je důležité, aby byl poradce schopný zachytit za relativně krátkou dobu jádro problému a učinit vhodné rozhodnutí o dalších krocích.

V rámci úspěšného řešení problému klienta nepředepisuje poradce žádné medikamenty, nevykonává ani žádné manuální terapie, naopak je odkázaný na vhodnou volbu komunikace, která by měla vést k dosahování požadovaných cílů. Proto tvoří komunikace a vytříbené kognitivní vnímání další klíčovou vlastnost poradce (Rufener, a další, 2016).

Jak může navázat poradce úspěšný vztah s klientem? Je to za podpory několik atributů, které k tomu musí ovládat, čímž je utvoření vztahu s klientem, opakovaná žádost o klientovu zpětnou vazbu, empatie, konformita a úcta vůči klientovi.

Poradenský vztah je důležitým faktorem úspěšného poradenství, často se odehrává v pozadí dění a znázorňuje potřebnou hudbu v zákulisí, aby mohlo být dosaženo požadovaného cíle.

Jedná se o emocionální vazbu mezi klientem a poradcem, která se skládá z důvěry, respektu, empatie, opravdovosti a vzájemných sympatií, ale i dohody na cílech a zvolené metodice.

Jelikož je poradenský vztah dynamický proces, který se stále mění na základě nových zkušeností a poznatků klienta, je nutné, aby požadoval poradce od klienta v určitých intervalech zpětnou vazbu. Ta by se měla vztahovat na správnost jednotlivých kroků a celé zvolené strategie, měl by ověřovat průběh poradenského procesu a vztahu a v případě nesouladu by měly být učiněny aktualizace.

Empatie, konformita a úcta vůči klientovi jsou dalšími základy poradenského vztahu. Umění se vcítit do klienta, vstoupit do jeho osobního světa a s odhodlaností chápat jeho city a myšlenky se skrývá pod pojmem empatie. Konformita zastupuje opravdovost poradce. Být sám sebou, jednat bez přetvářky, ukázat vnitřní integraci a vnést do rozhovorů svou osobnost je nedílnou součástí. Akceptace citů a vyjádření klienta, participace na otevřenosti a projev soucitu vůči klientovi zkušenostem tvoří základní postoj úcty poradce vůči klientovi (Rufener, a další, 2016).

## **VYUŽITÍ KOUČINKU VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ**

Jednou z možností navázání přirozeného vztahu vedoucímu k posílení zodpovědnosti klienta může být i koučink.

Vzhledem k odlišnosti jednotlivých směrů v koučinku, je dobré uvést některé z nich a znázornit tak jejich podobnost či naprostou polaritu.

Jedním ze směrů, který stojí za zmínku, je takzvaný „Ericksonovský pří-

stup“, jehož zakladatelem je, jak už pojem napovídá, Milton H. Erickson. Základy tohoto druhu koučování tvoří pružný způsob myšlení, možnost vlastního rozhodování a osobního ideál. Jeho cíl spočívá v poznání sebe samotného a své podstaty prostřednictvím koučování zaměřeném na řešení problémů. Podle tohoto směru cítí koučovaný vnitřní stimulaci k nalezení smysluplnosti ve svém životě, která je pro něj nezbytná. Kouč jej na této cestě doprovází a maximálně podporuje odhalení a aktivování potenciálu koučovaného za pomoci překonávání vnitřních nejistot a posílení sebedůvěry.

Dalším směrem je „Gestalt koučování“ (z něm. Die Gestalt – tvar, podoba), které se inspirovalo zásadami tvarové psychologie a gestalt terapie. Koučovaný se na vyzvání kouče vyjadřuje k situaci a sdílí své pocity. Vyjádření koučovaného se přitom odehrává v plné přítomnosti. Záměrem gestalt koučování je povzbudit klienta, aby jednal samostatně při řešení problémů a nežádal o pomoc u druhých.

Ve srovnání s ostatními směry je tento druh koučování spíše náročnějšího charakteru s provokativnějšími prvky vůči koučovanému. Kouč často ohraničuje situace klienta různými protiklady, čímž jej motivuje k uvědomění si svých hranic a východisek.

Základní platformu pro kognitivně-behaviorální koučování tvoří kognitivně-behaviorální terapie, která je postavená na základech sociálního učení a chování. Koučové, zastupující tento typ koučování věří, že návyky, které se koučovaný v průběhu života naučí, lze formou přecvičování a odnaučování odstranit. Prostřednictvím simulací určitých situací motivuje kouč koučovaného

k uvědomění si svého jednání a následným rozbořením ke změně naučeného způsobu myšlení a jednání.

Určitým protikladem vůči gestalt koučování je „Humanistické koučování“ svým neútočným charakterem. Kouč pevně věří ve schopnosti koučovaného a podporuje jej například aktivním nasloucháním, empatií nebo uznáním a oceňováním. Jednání kouče je autentické, bez atributů povyšování se nad klienta (Cipro, 2015).

Posledním směrem, uvedeném v této kapitole, je koučování, opírající se o neurolingvistické programování (NLP). Koučování dle NLP vychází z přesvědčení, že tak, jak lidé vnímají okolní svět, jej nazývají a přizpůsobují tomuto pojmenování své jednání. Každý člověk si utváří svou vlastní mapu světa, která nemusí vždy odpovídat realitě, a proto je nutné rozšířit nebo opravit její nuance (Cipro, 2015). K tomu, aby se mohl člověk rozvíjet, je dle NLP vhodné, aby si začal všimnout svých utvořených map o realitě, jejich možností a limitací. Kouč koučovaného v tomto procesu podporuje, jelikož je schopen lépe rozpoznat struktury v jednání klienta a jeho opakující se vzory sebepoškozování, které koučovaný sám nevidí. Cílem kouče je tedy povznést zakotvené vzory do povědomí koučovaného, který si na tomto základě uvědomí, jakým způsobem si utváří mapu okolního světa. Na základě sebeuvědomění koučovaný pochopí, co konkrétně musí změnit (Cox, a další, 2010). Koučové NLP rozlišují tři úrovně map okolního světa, jak jej mohou vidět lidé. Jedná se o vizuální typ člověka, který si svůj svět obrazně představuje a využívá nástrojů, jako jsou například fotografie. Dále o auditivní typ člověka, který

vnímá dění kolem sebe formou vysloveného slova například v rádiu. Poslední kategorií je pocitový typ, který si musí vše prožít. Vlastní zážitky jsou pro něj vedle spatřeného a slyšeného těmi nejhodnotnějšími (Cipro, 2015).

## **KOUČINK – KONKRÉTNÍ POSTUP PŘI KOUČINKU VE VÝŽIVOVÉM PORADENSTVÍ**

Hlavním cílem koučinku je motivace ke stále lepšímu výkonu a k hledání vlastních zdrojů k seberozvoji.

Řadu technik z koučování lze následně využít i k autokoučinku, kdy dotyčný postupuje podle podobného algoritmu jako při spolupráci s koučem. Můžeme jej využít jak k rozvoji profesních kompetencí, tak i k osobnostnímu rozvoji.

Během koučování dochází k hledání inspirací k řešení konkrétního problému, případně k rozvoji vlastního potenciálu a odblokování překážek, které brání dosažení maximálního rozvoje jedince.

Koučování jako metoda rozvoje klienta se řídí přesně stanovenými pravidly, mezi základní patří, že mezi koučovaným a koučem musí panovat dostatečná důvěra, a to nejen v kouče jako takového, ale zejména v koučovaného, který má veškeré zdroje k vlastnímu rozvoji. Není nutné, aby byl kouč v dané oblasti specialista, vycházíme vždy z předpokladu, že specialista je koučovaný. Klademe důraz na aktivitu klienta, využíváme častou reflexi, avšak bez hodnotících aspektů.

Při koučinku je vhodné používat takové typy otázek, které vedou na straně spolupracujícího klienta k hledání odpovědí. Typickými otázkami bývají:

- Jaké vědomosti a dovednosti je třeba rozvinout, abychom dosáhli cíle (konkrétního zlepšení)?
- Jaké činnosti nám v tom pomohou?
- Jak můžeme tuto dovednost změřit?
- Jaká je současná úroveň této dovednosti?
- Jaké úrovně ve výkonu bychom chtěli dosáhnout do konkrétního data?
- S tímto způsobem vedení souvisí přehledné naplánování rozvrhu činností, prostředků a způsobů měření a již zmíněná možnost využívání techniky „Pozitivní scénář života“ (Starý, 2008).

Základním východiskem koučinku je použití modelu GROW, tento postup zajišťuje potřebné výsledky, a to na principu postupu od nejbližšího cíle k těm co možná nejkonkrétnějším krokům. Autor metody John Whitmore (2005) ji ve své publikaci představuje spíše jako soubor otázek kladené při koučování. Jedná se o čtyři odlišné oblasti, které pomáhají nejen k lepší komunikaci mezi konkrétními jedinci, ale také při dosahování stanovených cílů – ať už se týkají pracovní či osobní oblasti (zlepšení komunikace s klienty, rozvíjení vybraných profesních kompetencí).

Základem pro zdokonalovací proces je stanovit si cíle – přiměřené, dosažitelné, měřitelné. Pokud máme za čím jít a držet se plánu, je to jednodušší než jen slepě tápat v teoriích. Cíle musí být konkrétní a měřitelné – tzv. SMART:

- Specifický – přesnost cíle;
- Měřitelný – rozpoznání hodnoty, že cíle bylo dosaženo;



- Akceptovatelný – přijatelnost cíle, soulad s našimi hodnotovými preferencemi;
- Reálný – dosažitelnost cíle;
- Termínovaný – přesnost stanovení lhůty pro splnění (také reálnost stanovení lhůty).

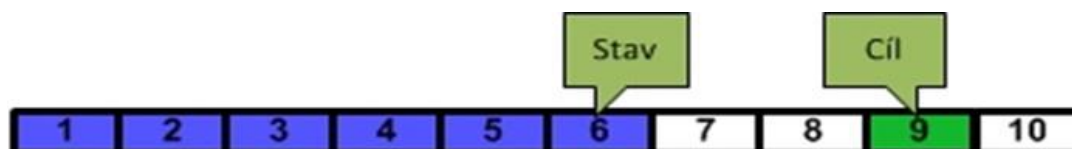
Koučovaná osoba by měla být schopna detailně definovat problém, s jakým se potýká a také názor na řešení.<sup>33</sup> Nezbytnou součástí je také časový harmonogram, je důležité kolik času osoba obětuje jednotlivým aktivitám. Velmi důležité je při koučování změna myšlení – z „musím“, „měl bych“ na „chci“ (blíže např. Whitmore, 2005, s. 68).

Dalším důležitým faktorem je již výše zmíněná realita a její vnímání. V této fázi by měl kouč zjistit momentální stav situace. Je také dobré zjistit, zdali se na pokroku budou podílet i jiné osoby nebo

faktory, které by eventuálně mohly zasahovat nebo snad i ohrožovat samotný rozvoj. V tomto směru můžeme nabídnout variantu ze SWOT analýzy, při níž jsme zvyklí dělat rozbor rizik a hrozeb. Zcela podstatné jsou také vnitřní bariéry nebo osobní problémy.

Velmi důležitá je analýza toho, co klient už pro svůj rozvoj udělal a jak se aktuálně v dané situaci rozvoji cítí. Důležitou součástí koučování je tak škálování – tedy určení hodnoty, jak se klient cítí v daném okamžiku ohledně dosažení uvažovaného cíle a stanovení hodnoty, na kterou by se chtěl v průběhu koučovacího sezení „dostat“. Součástí škálování – tedy stanovení bodové hodnoty od 1 do 10 je rovněž vizualizace toho, jak to na oněch bodech škály, které klient označuje (pro aktuální situaci a pro výhled) vypadá.

Obr. 1 Škála



Následuje sezení, v jehož rámci kouč postupuje dále podle tzv. koučovací šipky, využívá základních koučovacích metod (volba konkrétní techniky, zrcadlení, naslouchání, volba koučovacích otázek, podpora aktivity klienta, vizualizace). Podstatnou součástí koučovacího procesu je konkrétní a specifický způsob komunikace s klientem – pro kvalitní navázání vztahu s klientem kouč využívá:

- zrcadlení (zrcadlíme podobná gesta, volíme podobný slovník, abychom se klientovi co nejvíce přiblížili);
- rekapitulace, opakování (průběžný souhrn sdělení klienta, rekapitulace vyřčených rad, akčních kroků);
- parafrázování (přeformulování již sděleného, vědomé použití ji-

<sup>33</sup> Pokud v této etapě tápeme, nabízí koučování jednu z technik, která nám může pomoci, a tím je kolo životní rovnováhy (viz dále)

ných slov, což může klienta aktivizovat, když obsah svého sdělení slyší trochu odlišně);

- souhrn (shrnutí části procesu, shrnutí na závěr pro lepší zapamatování důležitých myšlenek, fází procesu).

Kouč v procesu používá specifické otázky (otevřené, silné, otázky na akci, záchranné, magické). Mezi 10 nejzákladnějších otázek lze zařadit:

1. Kdybych vám mohl dát jednu hodinu denně navíc, co byste v této hodině dělali?
2. Co byste dělali, kdybyste měli k dispozici neomezené zdroje?
3. Jaký příběh vás brzdí?
4. Co uděláte jako první?
5. Kolik energie jste ochotni do dosažení cíle investovat?
6. Jaké řešení by navrhovalo vaše ideální já?
7. Co se snažíte dokázat sami sobě?

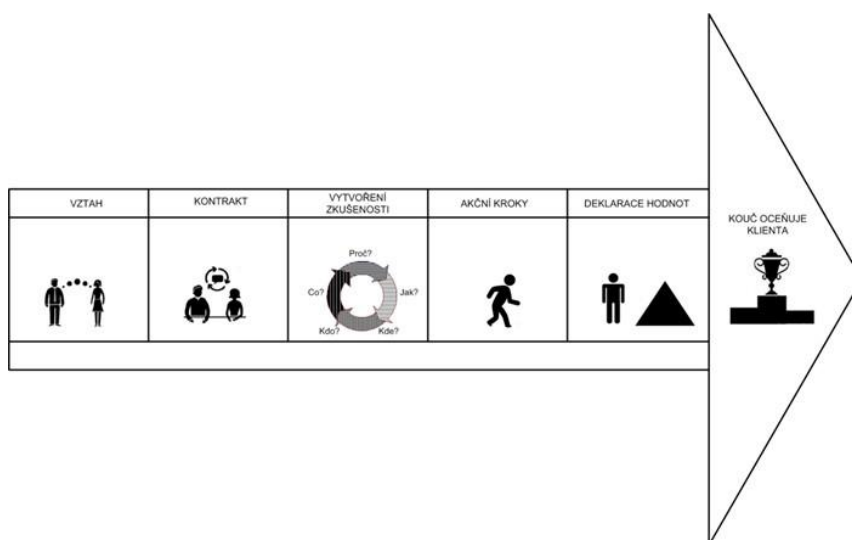
8. Kdybych byl na vašem místě a žádal vás o radu, co byste mi řekl jako první?

9. Co byste vyzkoušeli, kdybyste věděli, že nemůžete selhat?

10. Když se toto stalo v minulosti, proč se to musí stát znovu?

Poté, co klient s doprovodem kouče nachází konkrétní a ověřitelné kroky k dosažení stanoveného cíle, nastává finální fáze časového harmonogramu, definitivní výběr a dokončení konkrétních dílčích kroků. Součástí nastavení finálních kroků, které vedou k cíli, který si klient vizualizuje, je rovněž použití kotvy – tzv. volby nějakého podnětu, místa (uvnitř těla, vně), který nám pomůže si příjemnou představu dosaženého cíle vybavit. Velmi důležité je to zejména u klientů, kteří v dosahování cílů selhávají (viz kapitola týkající se obtíží ve změnách chování a působení tzv. Transteoretického modelu změn chování).

Obr. 2 Koučovací šipka



(Švamberg, inspirováno Atkinson, 2009)

Všechny tyto kroky jsou základními kameny při používání této metody v oblasti koučování. Pokud uživatel opravdu dodržuje všechny pomyslné příčky postupu, úspěch je se zárukou zajištěn. Model Grow lze využívat jak ke skupinové tak i individuální práci.

Klíčovými nástroji kouče jsou aktivní naslouchání a kladení otázek. Kouč má k dispozici také osvědčené koučovací modely (GROW, ORACLE) a využívá hodnotící nástroje (škálování, SWOT analýza, grafy, atp.) a koučovací techniky (škálování, Balanční kolo, Mentoring stůl, Disneyovská metoda, Inspirátoři, metoda Kaizen, tvorba myšlenkových map,

Kouč může do své práce zapojovat rovněž příběhy a příklady ze své praxe (nezbytné je ale dávat pozor, aby tyto příběhy vhodně do procesu koučování vkomponoval, jeho příběhy nesmí proces narušit a převážit v procesu koučování), může využívat různé pomůcky, např. koučovací karty (podrobněji se lze s jednotlivými metodami seznámit např. v učebním textu Sociální psychologie a její využití v pomáhajících profesích, vydaném VŠTVS PALESTRA v roce 2019).

Pro usnadnění koučovacího procesu je vhodné využívat vlastní záznamové listy – zejména sledující analýzu schopností a dovedností klienta, jeho životní spokojenost, efektivní stanovení cíle a jeho dosažení (Švamberk Šauerová, 2018).

## ZÁVĚR

Závěrem lze shrnout, že vztah výživového poradce a klienta je velmi specifický a v řadě případů velmi intimní. Je

proto nezbytné v poradenském procesu dodržovat etický přístup a velmi pečlivě věnovat pozornost cílům, které si v procesu koučování klient stanoví. Přesto, že koučink ve výživovém poradenství vnímáme jako proces podporující zodpovědnost a samostatnost klienta, je nezbytná dávka nadhledu a profesionality ze strany výživového poradce, aby vhodně dokázal usměrnit cíle nedosažitelné nebo pro klienta nebezpečné.

## LITERATURA

- PUDEL, Volker. 50 Jahre Ernährungsaufklärung. In Christel RADEMACHER (Eds.), *50 Jahre DGE – Ernährungswissen im Wandel der Zeit*. Bonn: DGE. 2003.
- RUFENER A, JENT S. Der ernährungstherapeutische Prozess. In: RUFENER A, JENT S (Hg). *Der Ernährungstherapeutische Prozess*. Hogrefe: Bern. 2016.
- CIPRO, M. *Psychoanalytické koučování*. Praha: Grada, 2015. 978-80-247-5350-8
- STARÝ, K. a kol. *Pedagogika ve škole*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7376-511-0.
- WHITMORE, J. *Koučování: rozvoj osobnosti a zvyšování výkonnosti*. Praha: Management press, 2004. ISBN 80-7261-101-1.
- ŠVAMBERK ŠAUEROVÁ, M. *Techniky osobnostního rozvoje a duševní hygieny učitele*. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-271-0470-3.

## MEDAILONEK

### Ing. Petr HAVLÍČEK



[Ing. Petr Havlíček](#) je absolventem Vysoké školy zemědělské v Brně. Výživě se věnuje téměř 20 let. Začínal s výživou vrcholových sportovců, dnes kromě známých sportovců radí s výživou také českým osobnostem či klientům, kteří chtějí zhubnout, změnit životní styl či zlepšit kondici.

Patří mezi výrazné osobnosti v oblasti výživového poradenství a kromě samotné odborné činnosti se zabývá rovněž edukací široké veřejnosti k vlastní zodpovědnosti za své zdraví a dodržování zdravého životního stylu.

Své odborné služby poskytuje v [Centru Petra Havlíčka](#), spolu s týmem odborníků. Mezi jeho základní principy patří zejména komplexní a individuální přístup ke klientovi (od stanovení výchozí diagnostiky s použitím nejmodernějších metod, přes osobní pohovory s klienty, v nichž se zmapují jídelní zvyklosti, alergie, stravovací preference, pracovní vytížení, motivace klienta ke spolupráci), klient dostává doporučení (nikoliv příkazy), tedy

dodržování pravidel je přesunuto do oblasti odpovědnosti klienta, což v dlouhodobém horizontu a z psychologického hlediska přináší efektivní výsledky.

Laické veřejnosti je znám zejména ze svého mediálního působení, v posledních letech se podílel jako odborný garant a spolumoderátor na pořadu *Jste to, co jíte* a *Souboj v těžké váze* na TV Prima.

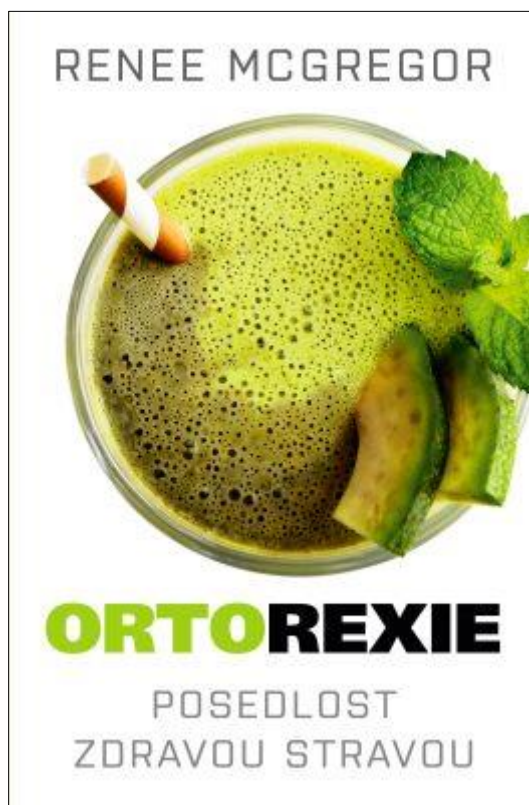
Petr Havlíček je rovněž autorem (spoluautorem) řady odborných a populárně naučných publikací – např. *Dieta – super jídlo podle Petra Havlíčka*, *Jak se hubne v Čechách*, aneb *101 otázek z dietatur*, *Hezky česky*, *hravě a zdravě*, *Jde to i bez pšenice*, *Jídlo jako zdravotní styl I*, *Jídlo jako zdravotní styl II*, *III*, *Superjídelníček*, *Naučte se správně jíst* aneb *jídelníček na 120 dní* a další.

Petr Havlíček patří rovněž mezi odborníky, kteří jsou nakloněni spolupráci s terciární sférou – spolupracuje při vzdělávání studentů, umožňuje odborné konzultace, poskytuje možnost vysokým školám absolvovat se studenty exkurze. Studenti oboru Výživové poradenství a sportovní diagnostika VŠTVS Palestra měli pod vedením vyučujících Mgr. Pavla Kysela a Mgr. Hany Bubníkové možnost zúčastnit se opakovaně exkurze do Centra Petra Havlíčka, z exkurze a přístupu Petra Havlíčka byli studenti nadšení.

Závěrem krátkého medailonku tedy nezbývá než popřát Petru Havlíčkovi mnoho dalších spokojených klientů a poděkovat za zdravý nadhled a edukaci klientů k úpravě zdravého životního stylu s rozumem.

## RECENZE

MCGREGOR, Renee. *Ortorexie: posedlost zdravou stravou*. Překlad Dana Balatková. Praha: Dobrovský, 2019. 197 stran. ISBN 978-80-7390-968-0.



### MUDr. Jozef Martinča

Vysoká škola tělesné výchovy a sportu  
PALESTRA, spol. s r.o.

Při nedávné návštěvě naší knihovny a prohlížení si nových titulů mne padla do oka kniha s názvem Ortorexie,

s podtitulkem: Posedlost zdravou stravou. Knihu jsem si zapůjčil a po jejím přečtení chci na ni upozornit.

Autorkou je Renee McGregor, významná americká výživová specialista s patnáctiletou profesionální zkušeností. Spolupracuje se špičkovými sportovci a sportovními vědeckými týmy, v USA i Anglii, s cílem vytvářet výživové programy pro zlepšení sportovního výkonu. Současně se věnuje i pacientům s poruchami příjmu výživy, kam se nověji řadí i ortorexie.

Termín, vzniklý spojením dvou řeckých slov orthos = správný a orexis = chuť, byl zaveden do praxe americkým lékařem Bratmanem v roce 1997, který opakovaně zjistil, že některá dietní omezení, jejichž cílem je původně podpora zdraví, mohou paradoxně vést k nezdravým důsledkům. Pozoroval, že nadšení pro zdravé stravování se může stát úchylkou, například když se vybírají jen tzv. „zdravé“ potraviny. To často vede k omezování konzumace širšího spektra potravin, k jednostrannému upřednostňování vybraného konkrétního druhu potravin (například zeleninových šťáv) anebo k nadměrné závislosti na detoxikačních dietách a půstních kúrách a přináší postupně zdravotní, psychické či sociální problémy. Jedná se o zásadní neznalost či chybné informace nebo chybné vyhodnocení správných informací a nepochopení skutečně zdravého stravování. Lidé s ortorexií přestávají vnímat, že strava, kterou

konzumují, jim přestává sloužit k lepšímu zdraví a kvalitnějšímu životu, ale naopak jim začíná škodit.

Autorka předkládá čtenáři postupně ve čtyřech kapitolách široké informace k pochopení celého problému ortorexie. V první kapitole popisuje obvyklý vývoj poruchy, jaké mohou být její příznaky a srovnává ji se známějšími poruchami příjmu výživy, anorexií a bulimií. V kapitole druhé uvádí nejčastější současné módní dietní režimy, přinášející mnohdy podivné regule a normy stravování, které hrozí sklouznutím do nezdravého režimu a následného pravděpodobného poškození organismu. Ve třetí kapitole se snaží vysvětlit, co vlastně zdravé stravování představuje a co by tedy mělo být na talíři k podpoře zdraví. Závěrečná kapitola nabízí cesty jak a kde vyhledat odbornou pomoc v případě hrozícího vývoje v tuto poruchu a současně vybízí odborníky k hlubšímu výzkumu, ale také k osvětě, která by varovala veřejnost před tímto rizikem moderní doby. Správně zdůrazňuje, že

léčba ortorexie je komplexní, a kromě nutričního terapeuta vyžaduje zapojení psychologa, případně i psychiatra.

Pro zjištění, zda se zdravé stravování nestává již posedlostí, lze použít „Bratmanův test na ortorexii“, který je v knize podrobněji popsán.

Knihou je hlasem znalce a moudrého praktika. Jasně upozorňuje na nesmyslné demonizování odborně nezdůvodněných obav z „nečisté“ stravy. Je vhodnou, svépomocnou příručkou, jejíž cílem je, jak vzdělávat, tak vyvracet pověry, které mohou vést k této poruše. Měli by ji číst hlavně ti, kteří hledají zdraví, krásu, dlouhověkost i kondici u různých výživových guru, slyší na všechno „zázračné“ aniž by věnovali dostatečnou pozornost vědeckým poznatkům a radám oficiálních výživových expertů. Knihu doporučuji k přečtení zejména studentům oboru výživového poradenství.

## PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

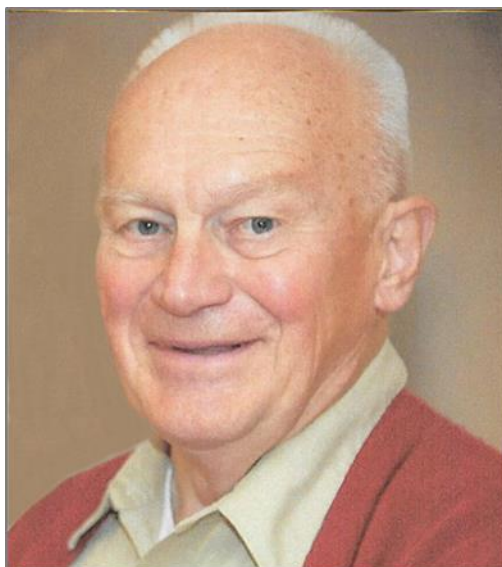
### ÚČINKY KOENZYMU Q10 NA SPORTOVNÍ VÝKON V ODBORNÉ LITERATUŘE – REVIEW

ZDENĚK VILIKUS, RADKA PETRÁKOVÁ-DOLEŽALOVÁ, PAVEL KYSEL, SIMONA MAJOROVÁ

#### ÚVOD

Koenzym Q10 byl objeven v roce 1957. Prvenství se přičítá americkému biochemikovi Frederiku Craneovi, který se zabýval tvorbou energie v buňkách. Na jatkách si nasbíral několik hovězích

srdcí, připravil z nich emulzi, kterou odstředil na centrifuze. Všiml si oranžových krystalků ve zkumavce a podrobil je absorpční spektroskopii. Zjistil, že jde o chinony. Chemickou strukturu odhalil Karl Folkers v roce 1958.



**Obrázek 1 Frederic Crane (1925-2016), americký biochemik**

Folkers zjistil, že koenzym Q<sub>10</sub> patří mezi karotenoidy a má podobnou chemickou strukturu jako vitamin K<sub>2</sub> (fytichinon); postranní řetězec je odvozen od izoprenu. Jeho systematický název

tedy zní: 2,3-dimethoxy-5-methyl-6-dekaprenyl benzochinon (obr. 3). Triviální název koenzymu Q<sub>10</sub> je odvozen od chemického základu, kterým je chinon (quinon, Q) a desítka znamená počet

izoprenylových jednotek v postranním řetězci (10).

Význam koenzymu Q<sub>10</sub> pro lidský organizmus odhalil anglický biochemik Peter Mitchell, který již v roce 1961 publikoval koncepci fungování tzv. dýchacího řetězce a úlohu, kterou v něm

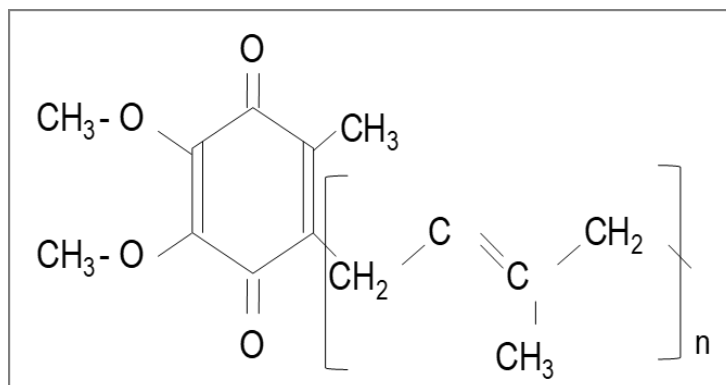
hraje koenzym Q<sub>10</sub>. Dýchací řetězec je finálním procesem aerobního získávání energie z glukózy, který probíhá v každé buňce lidského organismu. Předchází mu chemický proces glykolýzy a Krebsův cyklus.



**Obrázek 2 Peter Dennis Mitchell (1920-1992), anglický biochemik**

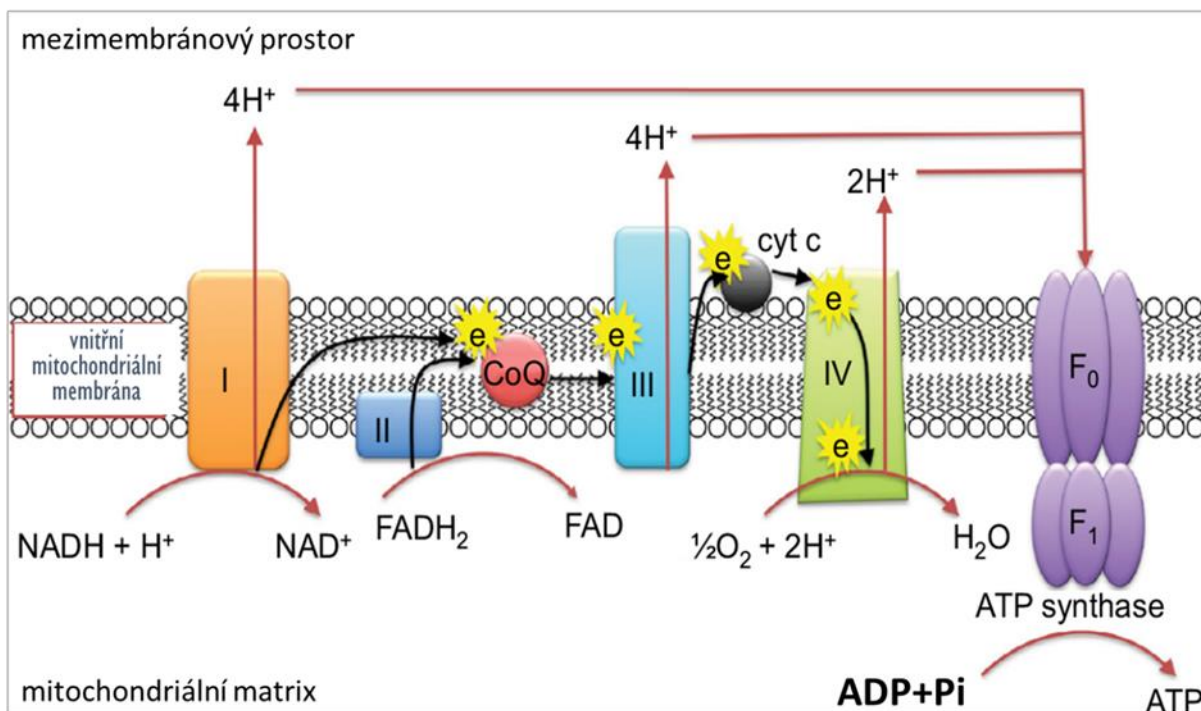
Mitchellova hypotéza byla potvrzena objevem ATP-syntázy, proteinu vázaného na vnitřní mitochondriální membránu, který využívá potenciální energii elektrochemického gradientu

k produkci ATP (obr. 4). V roce 1978 získal Peter Mitchell Nobelovu cenu za objevení funkce koenzymu Q<sub>10</sub> při produkci energie v buňkách.



**Obrázek 3 Strukturální chemický vzorec Koenzymu Q<sub>10</sub>  
2,3-dimethoxy-5-methyl-6-dekaprenyl benzochinon**





**Obr. 3** Dýchací řetězec a úloha koenzymu Q10 v něm

Dýchací řetězec je životně důležitý proces ke získávání energie. Probíhá v mitochondriích. CoQ<sub>10</sub> se pohybuje na vnitřní mitochondriální membráně mezi flavoproteinovými komplexy I, II a III, kde funguje jako mobilní elektronový nosič. CoQ<sub>10</sub> pomocí svých redoxních schopností uvolňuje elektrony z komplexu I (NADH-reduktáza) a z komplexu II (sukcinát-reduktáza) do komplexu III (cytochrom c reduktáza). Uvolněním elektronů z vodíkových atomů dochází k vytváření vodíkových protonů, které se dostávají do mezimembránového prostoru. Na vnitřní membráně tak vzniká elektrochemický potenciál (v mezimembránovém prostoru přebytek vodíkových protonů a kyselé prostředí, v matrix přebytek elektronů a alkalické prostředí). Membrána je pro vodíkové protony propustná pouze v místě ATP-syntázy. Při vyrovnávání potenciálu a pronikání H<sup>+</sup> do mitochondriální matrix poskytne proud H<sup>+</sup> energii ATP-syntáze a dojde k fosforylaci ADP na ATP. Molekuly ATP jsou pak následně transportovány prostřednictvím ATP translokázy do cytoplazmy buňky.

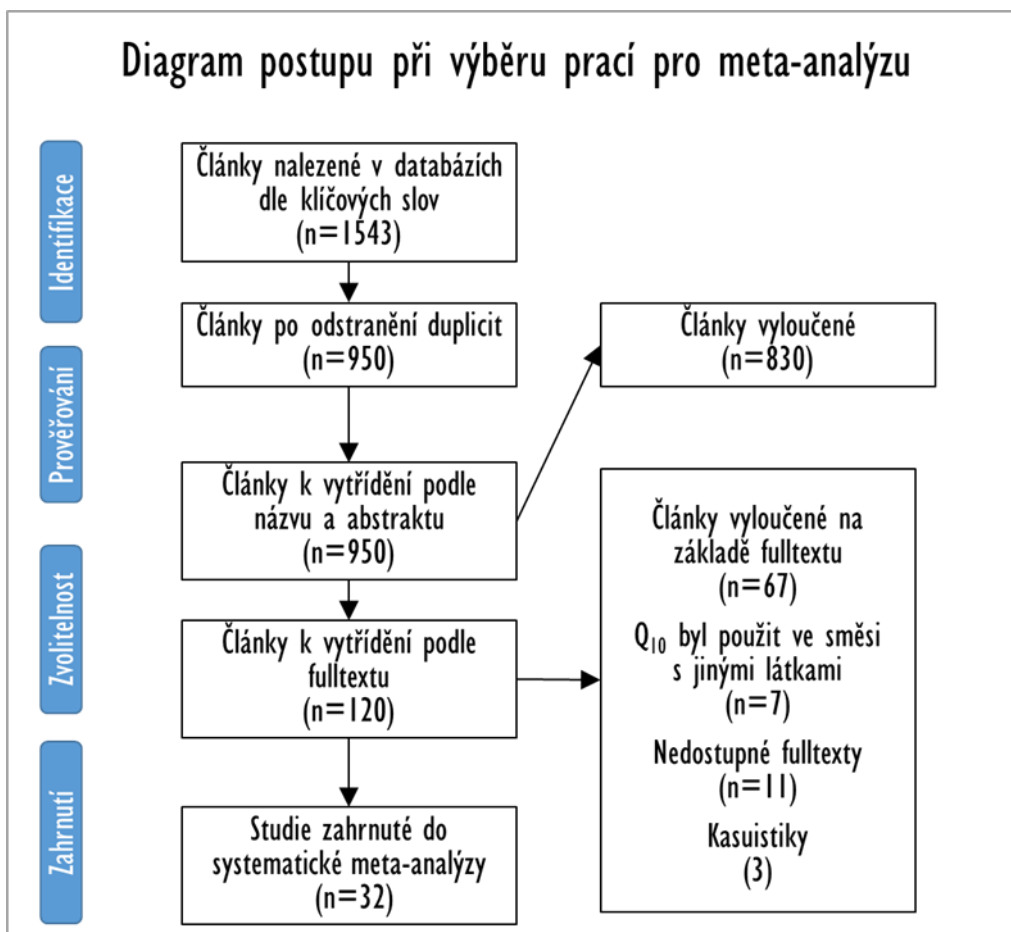
## CÍL

Cílem našeho přehledového článku bylo zjistit současný stav vědění o účinku koenzymu Q<sub>10</sub> na sportovní výkon.

## METODA

V databázích odborné literatury (Google Scholar, Scopus, Web of

Science) jsme podle klíčových slov našli 1543 prací. Při výběru posuzovaných studií jsme postupovali podle diagramu (viz obr. 4). Do našeho přehledového článku jsme zařadili celkem 32 relevantních studií.



**Obrázek 4** Diagram postupu při výběru odborných prací pro meta-analýzu

## VÝSLEDKY

Q<sub>10</sub> patří ke koenzymům vnitřní mitochondriální membrány, které fungují jako přenašeče elektronů v dýchacím řetězci a podílí se tak na tvorbě a recyklaci ATP. Koenzymu Q<sub>10</sub> je obecně připisováno snížení únavy po vyčerpávajících výkonech a také snížení oxidačního poškození buněk vyvolaného intenzivní sportovní zátěží<sup>[30]</sup>. O účincích koenzymu Q<sub>10</sub> na sportovní výkon existuje mnoho studií často s protichůdnými závěry.

Někteří autoři (viz tab. 1) nezjistili žádné zlepšení aerobní kardiorespi-

rační zdatnosti (VO<sub>2max</sub> zůstala nezměněná) Abdizadeh<sup>[1]</sup> Laaksonen<sup>[16]</sup>, Porter<sup>[24]</sup>, Weston<sup>[34]</sup>, Zhou<sup>[37]</sup> ani žádnou změnu v silově vytrvalostním výkonu Braun<sup>[1]</sup>, či v anaerobním prahu Abdizadeh<sup>[1]</sup>, Weston<sup>[34]</sup>, Zhou<sup>[37]</sup><sup>[37]</sup>. Protektivní vliv na svalové buňky při sportovní zátěži neprokázali Snider<sup>[29]</sup> ani Nielsen<sup>[29]</sup>.

Jiní autoři uvádějí, že suplementace CoQ<sub>10</sub> výkon zvyšuje (viz tab. 2): Cooke<sup>[5]</sup>, Gökbel<sup>[9]</sup>, Kapoor<sup>[23]</sup>, Leelarungrayub<sup>[23]</sup>, Mizuno<sup>[23]</sup>, Shimomura<sup>[28]</sup>, Ylikoskia 1997<sup>[35]</sup> aj.

Tabulka 1

Koenzym Q <sub>10</sub> – studie bez efektu na výkon								
	autor	rok	probandi	n	dávka/den	dobu	testování	efekt
1	Braun <sup>+</sup>	1991	elit cykl M	10	100 mg	8 týdnů	W <sub>max</sub>	žádný
2	Snider <sup>+</sup>	1992	triathlon M	11	100 mg	4 týdny	CK, La	žádný
3	Laaksonen <sup>+</sup>	1995	sport M	19	120 mg	6 týdnů	VO <sub>2max</sub> , ↑TTE*	jen TTE
4	Porter <sup>+</sup>	1995	nesport M	15	150 mg	8 týdnů	VO <sub>2max</sub> , La	žádný
5	Weston <sup>+</sup>	1997	elit cykl M	18	1 mg/kg	4 týdny	VO <sub>2max</sub> , AT	žádný
6	Malm <sup>+</sup>	1997	cyklo sprint	9	120 mg	3 týdny	↑čas, ↑La	zhoršení
8	Nielsen <sup>+</sup>	1999	triathlon M	?	100 mg	12 týdnů	VO <sub>2max</sub> , CK	žádný
9	Zhou <sup>+</sup>	2005	nesport M	6!	150 mg	4 týdny	VO <sub>2max</sub> , AT	žádný
10	Östman <sup>+</sup>	2011	sport M	23	90 mg	8 týdnů	W <sub>max</sub> , ↑La	žádný
11	Abdizadeha <sup>+</sup>	2015	horolezci	20	5 mg/kg	2 týdny	VO <sub>2max</sub> , AT	žádný

TTE = čas do vyčerpání, \*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

CK = kreatinkináza, AT= anaerobní práh, ↑ zvýšení, ↓ pokles

\* randomizované, dvojitě zaslepené studie s placebem a kontrolní skupinou,

### Anaerobní výkon

Cooke<sup>[5]</sup> po dvoutýdenní aplikaci koenzymu Q<sub>10</sub> 2x denně 100 mg zjistil zlepšení nejen anaerobního výkonu ve Wingate testu, ale i vytrvalostního výkonu. Navíc také došlo ke snížení hladiny superoxid-dismutázy v krvi v důsledku snížení oxidačního stresu. Gökbel<sup>[9]</sup> aplikoval CoQ<sub>10</sub> při opakovaných Wingate testech a došel k závěru, že CoQ<sub>10</sub> zvyšuje výkon během opakovaných supramaximálních zátěží a může být použitý jako ergogenní suplement. Leelarungrayub<sup>[17]</sup> naměřil u plavců po 12denní suplementaci a dávce 300 mg CoQ<sub>10</sub> denně zlepšení času v plaveckých sprintech na 100 m, stejně jako prodloužení doby běhu do vyčerpání. Yasukava<sup>[17]</sup> testoval 10sekundové opakované vysoce intenzivní sprinty. CoQ<sub>10</sub> (100 mg) zvýšil

W<sub>max</sub>; po současné aplikaci s kreatinem (5 g) došlo ještě k dalšímu signifikantnímu navýšení W<sub>max</sub>.

### Aerobní výkon

Ylikoskia<sup>[35]</sup> po 6týdenní suplementaci 90 mg CoQ<sub>10</sub> denně naměřil v randomizované studii u 25 finských vrcholových lyžařů-běžců zlepšení VO<sub>2max</sub>, anaerobního i aerobního prahu. Podobně Zeppilli<sup>[35]</sup> po 4-8týdenní suplementaci 90-100 mg CoQ<sub>10</sub> denně zjistil zlepšení VO<sub>2max</sub> o 11% (p<0,01) i pracovní kapacity W<sub>170</sub> o 10% (p<0,01). Dále Amadio<sup>[35]</sup> u deseti sportovců zaznamenal zlepšení VO<sub>2max</sub> o 18% (p<0,01) a Vanfraechem<sup>[35]</sup> zlepšení VO<sub>2max</sub> na 5% hladině významnosti, Wyss<sup>[35]</sup> VO<sub>2max</sub> o 7% (p<0,05) a W<sub>170</sub> o 33% (p<0,05). Gharahdaghiová<sup>[37]</sup> po 4týdenní suplementaci

300 mg CoQ<sub>10</sub> rovněž naměřila zvýšení VO<sub>2max</sub> u fotbalistů, avšak nezaznamenala žádné změny v tělesném složení, maximální rychlosti a anaerobním výkonu. Mizuno<sup>[23]</sup> naměřil vyšší maximální rychlost při zátěžích od 30 do 210

minut u skupiny, které byl aplikován CoQ<sub>10</sub> v dávce 300 mg, než u kontrolní skupiny. Navíc subjektivní ukazatele únavy na vizuální analogové škále byly nižší než u skupiny s placebem.

**Tabulka 2**

Koenzym Q <sub>10</sub> – studie s významným efektem na výkon							
	autor	rok	n	proměnné	mg/den	týdny	ukazatele výkonu
1	Vanfraechem	1981	?	SE bicykl max	60	4-8	↑VO <sub>2max</sub> *, ↑SV*
2	Vanfraechem	1986	?	SE bicykl max	100	12	↑VO <sub>2max</sub> *, ↑SV*
3	Wyss	1990	18	SE bicykl max	100	4	↑VO <sub>2max</sub> o 7%*; ↑W <sub>170</sub> *
4	Amadio	1991	10	SE bicykl	100	6	↑VO <sub>2max</sub> *, ↑srdeční činnost*
5	Fiorella	1991	22	SE běhátko do max	100	40	↑TTE o 13%*
6	Zeppili	1991	19	SE bicykl max	90-100	4-8	↑VO <sub>2max</sub> o 11%***; ↑W <sub>170</sub> **
7	Karlsson	1991	neuveдено				↑ výkonu (cit in Ylikoski)
8	Ylikoski <sup>+</sup>	1997	18	SE běhátko do max	90	6	↑VO <sub>2max</sub> *; ↑AeT***; ↑AT***
9	Bonetti <sup>+</sup>	2000	23	SE bicykl submax	?	8	↑TTE*, ↑VO <sub>2max</sub> (NS)
10	Yasukawa <sup>+</sup>	2006	28	cyklo sprinty 5x10 s	100	2	↑W <sub>max</sub> *, ↑W <sub>avg</sub> *
11	Mizuno <sup>+</sup>	2008	17	cyklo sprinty 10 s	100, 300	1	↑v <sub>max</sub> *; ↓únava**
12	Cooke <sup>+</sup>	2008	40	cyklo, běh, síla	100, 200	2	↑TTE*, ↓únava*
13	Gökbel <sup>+</sup>	2010	15	5x Wingate	100	8	↑W <sub>max</sub> *; ↑W <sub>avg</sub> * (supramax)
14	Leelarungrayub	2010	16	100 a 800 m plavání	300	3	↑TTE*, plavání 100 m*
15	Fu <sup>+</sup>	2010	?	plavání se zátěží TTE	15/kg	4	↓únava*, ↑výkon*
16	Gharahdaghi <sup>+</sup>	2013	11	SE běhátko do max	300	4	↑VO <sub>2max</sub> **; ↑v <sub>max</sub>
17	Alf <sup>+</sup>	2013	100	SE bicykl max	300	6	↑W <sub>max</sub> *; ↑W <sub>avg</sub> *
18	Demirci	2014	15	2 hod. 70-80% max	100, 200	1	↓La po Q <sub>10</sub> **; ↑TAC
19	Maruoka <sup>+</sup>	2014	23	běhátko do vyčerp.	30/kg	52	↑TTE**; ↓biolog. věk*
20	Ackerman <sup>+</sup>	2014	15	dřepy s činkou max	simult.	simult.	↑rychlost dřepu**; síla*
21	Fischer <sup>+</sup>	2016	1301	handgrip	neuveдено		korel. s CoQ <sub>10</sub> v plazmě**

TAC = total antioxidant capacity, TTE = čas do vyčerpání, \*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

CK = kreatinkináza, AT= anaerobní práh, AeT = aerobní práh, ↑ zvýšení, ↓ pokles  
<sup>+</sup> randomizované, dvojitě zaslepené studie s placebem a kontrolní skupinou,

Alf<sup>[37]</sup> testoval vliv 6týdenní aplikace 300 mg CoQ<sub>10</sub> na maximální cyklistický výkon u stovky německých olympioniků; došlo u nich ke zlepšení W<sub>max</sub>/kg ( $p < 0,03$ ). Někteří autoři (Fiorella<sup>[37]</sup>, Bonetti<sup>[37]</sup>, Cooke<sup>[37]</sup>, Leelarungrayub<sup>[37]</sup>) uvádějí signifikantní prodloužení času srovnatelného výkonu do vyčerpání.

Rosenfeldt<sup>[27]</sup> ve své review podrobil analýze 11 prací, z nichž 6 studií potvrdilo zlepšení sportovního výkonu, pět zbývajících studií však nikoli.

### **Protektivní účinek na svalové buňky**

Kon<sup>[12]</sup> zjistil u elitních bojovníků kendo, že po aplikaci koenzymu Q<sub>10</sub> se po 6 dnech tréninku trvajícím v průměru 5,5 hodiny denně snížil oxidační stres (nižší hladina lipoperoxidázy) a rovněž tak se snížilo zátěží indukované poškození svalů (menší vzestup kreatinkinázy a myoglobinu v plazmě). Podobně Shimomura<sup>[37]</sup> uvádí, že po 90 minutách běhu s kopce nedošlo u suplementovaných krys ke zvýšení kreatinkinázy, u krys s placebem se zvýšila hladina CK o 60%. Abdizadeh<sup>[1]</sup> zjistil, že po aplikaci CoQ<sub>10</sub> v dávce 5 mg/kg/den u 20 horolezců při 30minutovém běhu s kopce (sklon 15%) se vysoce signifikantně snížila CK a CRP v krvi, což svědčí o protektivním účinku na svalové buňky. Mikrotraumata svalů způsobená těžkou zátěží mohou vést k zánětlivým reakcím, katabolickým jevům, degenerativním změnám až k rhabdomyolýze svalových buněk. Zde má CoQ<sub>10</sub> velký význam, protože má i protizánětlivé vlastnosti (Tiano<sup>[37]</sup>). Mikrotraumata svalové tkáně po těžkém tréninku lze minimizovat mnohem rychleji přidáním koenzymu Q<sub>10</sub> (Diaz-Castro<sup>[37]</sup>).

## **DISKUSE**

V naší přehledové studii jsme posuzovali výsledky celkem 32 relevantních studií. Jednadvacet z nich prokázalo statisticky významný efekt na sportovní výkon (tab. 2), zbývajících 11 nikoli (tab. 1). Pokud bychom brali v úvahu pouze randomizované dvojtě zaslepené publikace s kontrolní skupinou a placebem, počet studií s prokázaným účinkem resp. bez prokazatelného účinku by byl 11 resp. 11 prací.

Signifikantně pozitivní účinky ve vytrvalostních ukazatelích, především v maximální aerobní kapacitě (VO<sub>2max</sub>) a anaerobním prahu (AT) uvedlo celkem 8 studií. Zlepšení v silově-vytrvalostních schopnostech: maximální výkon (W<sub>max</sub>), průměrný naměřený výkon (W<sub>avg</sub>) a výkon při tepové frekvenci 170 tepů.min<sup>-1</sup> (W<sub>170</sub>) zaznamenali autoři 7 studií. Statisticky významné zlepšení v rychlosti naměřili autoři 4 studií.

Série studií z Karolinska Institutet Malm<sup>[18][18]</sup> u zdravých nesportujících jedinců, ale i u sportovců kteří podstoupili intenzivní trénink a kterým byl podáván koenzym Q<sub>10</sub> ve vysokých dávkách (500 mg denně a více), došlo dokonce ke zhoršení trénovanosti oproti kontrolní skupině s placebem. Skandinávští autoři se domnívají, že tvorba volných kyslíkových radikálů je nezbytným předpokladem tréninkového efektu ve svalu a že vysoké dávky CoQ<sub>10</sub> zabrání efektu adaptace, takže trénovanost může paradoxně i klesnout.

Kontroverzní výsledky posuzovaných studií mohly být způsobeny mnoha faktory, z nichž nejpravděpodobnější jsou různé věk probandů (koenzym Q<sub>10</sub> v tkáních ubývá s věkem, nejvíce v myokardu; Tiano<sup>[37]</sup>), aplikace krystalické nebo bioaktivní formy

CoQ<sub>10</sub>, ale i různá geneticky daná vnímavost jedince k aplikovaným suplementům, předcházející expozice stresu, různá tréninková zátěž probandů, rychlost absorpce ze zažívacího traktu, funkce imunitního systému apod (Malm<sup>[21]</sup>).

Obvykle doporučené dávky jsou 60-300 mg denně podle intenzity tréninku. Koenzym Q<sub>10</sub> má ve sportu širší použití, je vhodný nejen pro rychlostní, ale i pro vytrvalostní a silové sportovce. Koenzym Q<sub>10</sub> se podle některých studií uplatňuje i v klinické praxi Kon<sup>Chyba! Nenašel jsem zdroj odkazů.</sup>, kdy se využívá jeho jedinečné role v mitochondriální bioenergetice a jeho antioxidačních vlastností. Četné studie potvrzují jeho pozitivní vliv na regeneraci svalů zejména po velmi těžkém sportovním výkonu (Tiano<sup>[37]</sup>, Diaz-Castro<sup>[37]</sup>).

## ZÁVĚR

Přestože review světové literatury nedává jednoznačnou odpověď na otázku, zda CoQ<sub>10</sub> má nebo nemá pozitivní vliv na sportovní výkon, lze říci, že u tohoto suplementu rozhodně nejde jen o placebo efekt. Mnoho studií prokázalo zlepšení v různých druzích sportovního výkonu. Lze též považovat za prokázané, že CoQ<sub>10</sub> má protektivní efekt na svalové buňky a že urychluje jejich regeneraci po velmi těžkých sportovních výkonech, které jsou u vrcholových sportovců běžné.

## LITERATURA

[1] **Abdizadeh** L, Jafari A, Armanfarb M. Effects of short-term coenzyme Q10 supplementation on markers of oxidativestress and inflammation after downhill

running in male mountaineers. *Science & Sports* 2015; 30: 328—334.

- [2] **Alf** D, Schmidt ME, et al. Ubiquinol supplementation enhances peak power production in trained athletes: a double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2013, 10:24.
- [3] **Amadio** E, Palermo R, Littarru G, et al. Effect of CoQ<sub>10</sub> administration on VO<sub>2max</sub> and diastolic function in athletes in *Biomedical and clinical aspects of Coenzyme Q10*. Folkers K, Littarru GP, and Yamagami T, eds, 1991, 525—533.
- [4] **Bonneti** A, Solito F, et al. Effect of ubiquinol oral treatment on aerobic power in middle-aged trained subjects. *J Sports Med Physical Fitness*, 2000, vol. 40, no 1, pp. 51-57.
- [5] **Braun** B, Clarkson PM, Freedson PS, et al. Effects of coenzyme Q10 supplementation on exercise performance, VO<sub>2max</sub>, and lipid peroxidation in trained cyclists. *Int J Sport Nutr* 1991; 1: 353—365.
- [6] **Crane** F. Isolation of a quinone from beef heart mitochondria. *Biochim Biophys Acta* 1957, 25:220-1.
- [7] **Cooke** M, Iosia M, Buford T, et al. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. *J Internat Soc Sports Nutr* 2008; 5: 14.

- [8] **Diáz-Castro** J. Coenzyme Q10 supplementation ameliorates inflammatory signaling and oxidative stress associated with strenuous exercise. *Eur J Nutr* 2012; 791-799:
- [9] **Fiorella PL**, Bargossi AM, Grossi G, Ret al. Metabolic effects of coenzyme Q10 treatment in high level athletes, in *Biomedical and clinical aspects of Coenzyme Q10*, Folkers K, Littarru GP, and Yamagami T, eds, 1991, 513–520.
- [10] **Gharahdaghi** N, Shabkhiz F, Azarboo E, et al. The Effects of Daily Coenzyme Q10 Supplementation on VO<sub>2</sub>max, vVO<sub>2</sub>max and Intermittent Exercise Performance in Soccer Players *Life Science Journal* 2013; 10(8s):22-28.
- [11] **Gökbel** H, Gül I, Belviranl M, et al. The effects of coenzyme Q10 supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise in sedentary men. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 97–102.
- [12] **Gomez-Cabrera** MC, Domenech E, Romagnoli M, et al. Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training induced adaptations in endurance performance. *Am J Clin Nutr* 2008;87:142–9.
- [13] **Karlsson**, J. and Diamant, B. (1991). Kolesteroler okanda syskon ubikinon ett instrumenti antioksidantorkestern. *Liikar-tidningen*, 88, 512-514.
- [14] **Kapoor** P, Kapoor AK, Coenzyme Q10 - A novel molecule. Review Article. *Journal, Indian Academy of Clinical Medicine*, 2013; 14(1): 37-45.
- [15] **Kon** M, Tanabe K, Akimoto T, et al. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *Br J Nutr* 2008; 100: 903–909.
- [16] **Laaksonen** R., Fogelholm M., et al. Ubiquinone supplementation and exercise capacity in trained young and older men. *Eur J Appl Physiol Occup*, Volume 72, Numbers 1-2, pp. 95-100.
- [17] **Leelarungrayub** D, et al. Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Oxidative Stress and Improves Physical Performance in Young Swimmers: A Pilot Study. *The Open Sports Medicine Journal* 2010; 4: 1-8.
- [18] **Malm** C, Svensson M, et al. Supplementation with ubiquinone-10 causes cellular damage during intense exercise. *Acta Physiol Scand* 1996;157:511-2.
- [19] **Malm** C, Svensson M, Ekblom B, et al. Effects of ubiquinone-10 supplementation and high intensity training on physical performance in humans. *Acta Physiol Scand* 1997;161:379–84.
- [20] **Malm** C, Svensson M, et al. Effects of Ubiquinone-10 Supplementation on Physical Performance in Humans, pp. 333-343. In: *COENZYME Q: Molecular Mechanisms in Health and Disease*. Edited by Kagan VE, Quinn PJ. Coenzyme Q: molecular mechanisms in health and disease / edited by Valerian E. 2001, Press LLC, Corporate Blvd.,

- Boca Raton, Florida, USA. ISBN 0-8493-8732-9
- [21] **McGinley** C, Shafat A, Donnelly AE. Does antioxidant vitamin supplementation protect against muscle damage? *Sports Med* 2009;39:1011–32.
- [22] **Mitchell P.** Coupling of phosphorylation to electron and hydrogen transfer by a chemi-osmotic type of mechanism. *Nature* 1961;191:144-148.
- [23] **Mizuno** K, Tanaka M, Nozaki S, et al. Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* 2008; 24: 293–299.
- [24] **Nielsen** A, Mizuno M, Ratkevicius A, Mohr T, Rohde M, Mortensen S, et al. No effect of antioxidant supplementation in triathletes on maximal oxygen uptake, 31P-NMRS detected muscle energy metabolism and muscle fatigue. *Int J Sports Med* 1999;20:154–8.
- [25] **Östman** B, et al. Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans *Nutrition* 2012, 28(4), 403-417.
- [26] **Porter** DA, Costill DL, J, et al. The Effect of Oral Coenzyme Q10 on the Exercise Tolerance of Middle-Aged, Untrained Men. *Int J Sports Med* 1995; 16(7):421-427.
- [27] **Rosenfeldt** F, Hilton D, Pepe S, Krum H. Systematic REVIEW of effect of coenzyme Q10 in physical exercise, hypertension and heart failure. *BioFactors* 2003; 18, (1-4), 91–100.
- [28] **Shimomura** Y, Suzukia M, Sugiyama S, et al.: Protective effect of coenzyme Q10 on exercise-induced muscular injury. *Biochemical and Biophysical Research Communications* Volume 176, Issue 1, 1991, Pages 349-355.
- [29] **Snider** IP, Bazzarre TL, Murdoch SD, et al. Effects of coenzyme athletic performance system as an ergogenic aid on endurance performance to exhaustion. *In[35]t J Sport Nutr* 1992;2:272–86.
- [30] **Stear** SJ, Burke LM, Castell LM. A–Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 10. *Br J Sports Med* 2010;44:688–690.
- [31] **Tiano** L. Ubiquinol im Leistungssport. *Zs. f. Orthomol. Med.* 2016; 37(03): 20-22
- [32] **Tomasetti** M, Littarru GP, et al. Coenzyme Q10 enrichment decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. *Free Radical Biology and Medicine* Volume 27, Issues 9-10, November 1999, Pages 1027-1032.
- [33] **Vanfraechem**, J. H. P. and Folkers, K. (1981). Coenzyme Q<sub>10</sub> and physical performance. In *Biomedical and Clinical Aspects of Coenzyme Q* (K. Folkers and Y. Yamamura, eds.), Vol. 3, pp. 23.5-241. Elsevier, Amsterdam.
- [34] **Weston**, SB, Zhou, S, Weatherby, RP & Robertson, SJ 1997: Does exogenous coenzyme Q10 affect aerobic capacity in endurance athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, vol. 7, no. 3, pp. 197-206.



- [35] **Wyss V**, Lubich T., et al. Remarks on prolonged ubiquinone administration in physical exercise, in: *Highlights in Ubiquinone Research*, G. Lenaz, O. Bernabei, A. Rabbi and M. Battino, eds, Taylor & Francis, 1990, pp. 303–308.
- [36] **Yasukawa S**, Fujieeda Y, Kakai K, et al. The synergic effects of coenzyme Q10 and creatine through oral intake on repetitive short duration high-intensity exercise, 2006, Vol 55, Suppl 1, S247-S250.
- [37] **Ylikoskia T**, Piirainenb J, Haninenc O, et al. Effects of coenzyme Q10 supplementation on exercise performance,  $VO_{2max}$ , and lipid peroxidation in trained cyclists. *Molecular Aspects of Medicine*, Volume 18, Supplement 1, 1997, Pages 283-290.
- [38] **Zeppilli P**, Merlino B, De Luca A, et al. Influence of coenzyme Q10 on physical workcapacity in athletes, sedentary people and patients with mitochondrial disease in *Biochemical and clinical aspects of Coenzyme Q10*, Folkers K, Littarru GP, and Yamagami T, eds, 1991.
- [39] **Zhou S**, Zhang Y, Davie A, et al. Muscle and plasma coenzyme Q10 concentration, aerobic power and exercise economy of healthy men in response to four weeks of supplementation. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45: 337–346.