

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Význam zátěžových testů ve freedivingu

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. David Vondrášek

Zpracoval:

Lubomír Bachura

Praha 2013

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

vlastnoruční podpis autora

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Mgr. Davidu Vondráškovi, vedoucímu práce, za cenné rady, doporučení a čas, který mi poskytl pro vypracování bakalářské práce.

Abstrakt

Název: Význam zátěžových testů ve freedivingu.

Cíle: Cílem bakalářské práce je shromáždění obsahu a základních znalostí zátěžových testů a jejich využití ve freedivingu.

Metody: V práci jsem především porovnával názory různých odborníků a zanalyzoval odborné publikace, které se zabývají problematikou zátěžových testů a freedivingu.

Klíčová slova: freediving, zátěžové testy, výkon

Abstract

Title: The importance of stress testing in freediving.

Objectives: The aim of this work is to gather content and basic knowledges of stress testing and its use in freediving.

Methods: Mainly compared the opinions of various experts in my work and I analyzed scientific publications that deal with issues of stress tests and freediving.

Keywords: freediving, stress testing, performance

1	Úvod	- 9 -
2	Současný stav bádání	- 10 -
3	Cíle, úkoly a metodika práce	- 12 -
	3.1 Cíl	- 12 -
	3.2 Úkoly	- 12 -
	3.3 Metodika	- 12 -
4	Vznik a vývoj potápění	- 13 -
5	Teoretický rozbor problematiky freedivingu	- 14 -
	5.1 Charakteristika freedivingu	- 14 -
	5.1.1 Disciplíny	- 14 -
	5.1.2 Vybavení (výstroj)	- 15 -
	5.1.3 Potápěčské lokality	- 15 -
	5.2 Struktura sportovního výkonu ve freedivingu	- 16 -
	5.2.1 Funkční a metabolická charakteristika.....	- 16 -
	5.3 Motoricko- funkční charakteristika sportovce.....	- 18 -
	5.4 Fyziologické základy tréninku	- 18 -
	5.5 Zdravotní aspekty	- 19 -
	5.5.1 Dekompresní nemoc	- 21 -
	5.5.2 Barotraumata.....	- 21 -
6	Teoretická analýza zátěžových testů	- 23 -
	6.1 Popis zátěžových testů.....	- 23 -
	6.2 Příprava na zátěžové testy	- 24 -
	6.3 Přehled zátěžových testů	- 27 -
	6.3.1 Laboratorní testy	- 27 -
	6.3.2 Terénní testy.....	- 32 -
	6.4 Metody zjišťování maximální zátěže	- 34 -
	6.5 Vybrané funkční ukazatele	- 35 -
	6.6 Faktory ovlivňující zátěž	- 36 -
	6.6.1 Vliv trénovanosti.....	- 36 -
7	Zátěžové testy ve freedivingu	- 38 -
	7.1 Laboratorní testy.....	- 40 -
	7.2 Terénní testy	- 45 -

8	Závěr	- 51 -
9	Seznam literatury	- 52 -

1 Úvod

Freediving je v dnešní době velmi populárním sportem a zájem o něj zabírá široké spektrum populace. Pro mne je toto téma velice zajímavé a především díky tomu, že se aktivně tomuto sportu věnuji, proto výběr tématu byl zcela jasný.

Freediving neboli potápění na nádech je složitější záležitostí, než se může zdát. Od potápění přístrojového se liší tím, že se obejde bez dýchacího přístroje. Zpravidla se dá rozdělit do tří stupňů, a to jsou základy potápění na nádech, dále pokročilé potápění na nádech a potápění na nádech za ztížených podmínek (Schinckovi, A. a P., 2007).

Freediving neboli potápění na nádech je kondičně velmi náročnou disciplínou a proto by se tento fakt neměl podceňovat. Z hlediska toho nejjednoduššího dělení může být rekreační nebo sportovní. Zátěžové testy jsou tedy velmi důležitou složkou v tréninku freediverů. Díky výsledkům testů můžeme zjistit, např., zdali má sportovec vůbec předpoklad k tomuto sportu.

Výběr tématu zátěžových testů pro freediving pro mě byl výzvou a chtěl bych se o této problematice dozvědět co nejvíce jak z pohledu teorie, tak praxe.

2 Současný stav bádání

Potápění je sport, který neklade mimořádné nároky na fyzickou zdatnost. Během výcviku jsou noví potápěči zaučováni do energií šetřících technik a minimálně šetřících pohybů. Někdy však mohou pod vodou nastat nepředvídatelné mimořádné okolnosti, které jsou velkou zátěží i pro fyzicky zdatné jedince. Fyzicky zdatní potápěči jsou lépe připraveni zvládat fyzicky a psychicky náročnější situace než jejich méně zdatní kolegové. Zkušenosti také ukazují, že ti zdatnější si i během kurzu vedou po všech stránkách lépe a kurz jim po všech stránkách víc dává (Somers, 1997).

Jak tvrdí Melichna (1995) tělesná příprava potápěčů je nezbytná z hlediska optimální reakce na zatížení jakéhokoliv druhu. Přípravu dělí na přípravu na suchu a ve vodě.

I když freediving a přístrojové potápění jsou dva odlišné sporty, základ mají stejný a to je, že pohyb pod vodou je umožněn propulzí dolních končetin a ploutví (propulze je síla potřebná k překonání odporu vody). Například v knize Šnorchlování od Käsingera & Munzingera (2004) se píše, že fyzická kondice by se neměla podceňovat. V moři se potápěč může setkat se záluďnými proudy. Trénovaný potápěč je překoná lehce, z netrénovaného bude najednou „mokrý pytel“ se spoustou těžkostí (Käsinger & Munzinger, 2004).

Dále se zde píše, že během potápění mohou potápěče zaskočit křeče. K tomuto jevu dochází rychleji u netrénovaného potápěče (Käsinger & Munzinger, 2004).

Dle Mat'áka a kol. (1977) je bezpečný ponor velmi závislý na psychické pohodě a tento stav spoluvytváří řada okolností, jako například správná životospráva, život bez zbytečných konfliktů, dobrá fyzická připravenost, ale i dobrá znalost okolního prostředí, ve kterém, chce potápěč pobývat, aby se mu mohl dobře přizpůsobit a aby jeho fyzikální vlastnosti nepřekvapily.

Vrbovský, Jahns, Štětina, Růžička, Nachtigal & Hrdina (1997) tvrdí, že pokud si potápěč přivykne udržovat se v kondici pravidelným tréninkem, brzy zjistí, že mnoho věcí mu půjde snáze nejen při potápěčském výcviku. Dokonce doporučuje, zda uchazeči o potápěčskou licenci činí problémy uplavat 200m, ať zváží, jestli by nebylo rozumnější nejdříve zvýšit plavecké dovednosti, vytrvalost a teprve pak se přihlásit do potápěčského

kurzu. Toto tvrzení odůvodňuje tím, že dobrý plavec se ve vodě cítí lépe a dělá větší pokroky.

Díky dobré fyzické připravenosti se může potápěč vyhnout nehodám způsobených vyčerpáním, kdy potápěč není schopen další fyzické aktivity. Tato situace může nastat například při zachycení potápěče v proudu, popřípadě vynořením daleko od břehu apod. V tomto momentu je zapotřebí potápěči fyzicky pomoci. Záchránce (ve většině případů buddy potápěč, který tvoří dvojici během ponoru a má dopomáhat během náročnějších či krizových situací) musí být schopen doplavit danou vzdálenost s hmotností zachraňovaného. Vyčerpání zahrnuje mezi nejčastější vyskytované krizové situace (Vrbovský, Jahns, Štětina, Růžička, Nachtigal & Hrdina, 1997).

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Cíl

Cílem bakalářské práce je shromáždění obsahu a základních znalostí zátěžových testů a jejich využití ve freedivingu.

3.2 Úkoly

Předmětem zkoumání budou odborné publikace a veškeré dostupné internetové zdroje zabývající se problematikou freedivingu a zátěžových testů. Výzkumnou část bude tvořit kombinace shromážděných poznatků seskupen v jeden logický celek. Veškeré získané poznatky budou srovnány s více zdroji.

Předpokládaný průběh akcí:

- Studium dostupných studijních pramenů
- Rešerše získaných studijních pramenů
- Teoretická východiska
- Ze získaných vědomostí vypracovat přehled vhodných zátěžových testů pro freediving

3.3 Metodika

Pro dosažení cílů a splnění stanovených úkolů využiji metody sumarizace a kompilace a zároveň popis a utřídění problému. Co se týče výzkumné části, bude vytvořena tzv. pilotní verze testování pro ověření významu zátěžových testů pro freediving.

4 Vznik a vývoj potápění

Historie potápění sahá daleko do starověku. Nejstarším dochovaným zobrazením člověka pod hladinou je nejspíš z roku 885 př. n. l. Můžeme také nalézt záznamy v řecké historii, kde se vypráví o potápěči perského krále, který měl nalézt poklad. Velmi brzy se potápění využívalo ve vojenství. Dále se pak rozšířil obchod s vyzvedáváním předmětů z moře. V této době bylo veškeré potápění prováděno pouze na nádech. Výcvik probíhal od dětství a tak měli starověcí potápěči velkou výdrž a kapacitu plic (Mountain, 1998).

Potápění a snaha o dobytí vodního prostředí mají velmi dlouhou historii. Pronikání do hlubin oceánu mělo vždy za cíl nadvládu jak z technologického, ekonomického, tak válečného hlediska. První obrázek potápěče „s výstrojí“ je reliéf z 10. stol. př. n. l (Dvořáková & Svozil, 2005).

Od prvopočátku svého vývoje měla potápěčská technika a výstroj jeden cíl a to umožnit člověku život a práci pod vodou za podmínek, které by se co nejvíce přiblížily podmínkám na souši. Nejdříve se člověk učil oceány a moře poznávat, později však začal moře využívat a poznávat zákonitosti jeho života (Katz, 1979).

Dějiny potápění se začaly odvíjet jako dějiny potápění bez výstroje. Tento druh řadíme mezi nejstarší sportovní činnosti lidstva. Vycházíme i z toho, že už v době kamenné člověk vykonával práce, které svým charakterem připomínaly potápění (Kasinger & Munzinger, 2004).

Historie pronikání pod hladinu je vlastně dějinami vývoje potápěčských zařízení, která člověku pomáhají překonávat bariéry dané přírodními zákony. Mezi první dochované zmínky o potápěčských zařízeních, která z fyzikálního hlediska mohla úspěšně fungovat, jsou dnes staré přibližně šest tisíciletí. V našich zemích se potápění zmiňuje nejdříve v 6. století (Vrbovský, Jahns, Štětina, Růžička, Nachtigal & Hrdina, 1997).

Co se týče historie potápění, člověk se potápěl pod vodu již od nepaměti. Ať už za účelem získávání surovin, hledání perlorodek, vyzvedávání pokladů z potopených lidí či pro vojenské účely (Melichna, 1995).

5 Teoretický rozbor problematiky freedivingu

5.1 Charakteristika freedivingu

Dle Dvořákové & Svozila (2005) je freediving neboli volné potápění sportovně výkonnostní formou šnorchlování. V tomto sportu nehraje roli fyzická kondice ani věk nebo pohlaví. Jde tady především o jakési duševní rozpoložení. Naučit se správně dýchat, relaxovat a vychutnávat si pocity naprostého uvolnění v trojrozměrném prostoru.

Freediving je sportovně- výkonnostní forma šnorchlování. V dnešní době je nádechové potápění jednodušší a dostupnější nejen díky modernímu vybavení určenému speciálně pro freediving, ale především díky výzkumu fyziologie člověka a následně vyvinutým tréninkovým metodám (Exner, 2008).

Dle Melichna (1995) popisuje potápění jako jediný sport, kde je dýchání, bez pomoci zvláštních zařízení, s výjimkou několika minut, zcela ochromeno. Je to sport s převážně cyklickými pohyby, které jsou ve specifických situacích vystřídány acyklickými.

5.1.1 Disciplíny

Freediving jako disciplína se dá rozdělit na dvě kategorie. Bazénové a hloubkové. K bazénovým patří statická (STA) a dynamická (DYF) apnoe. Cílem statické je vydržet vznášet se na hladině, maximálně fyzicky a psychicky uvolněn, co nejdéle na jeden nádech v poloze na hladině s obličejem ve vodě. Dynamická se dále dělí na s ploutvemi a bez ploutví. Cílem je uplavat na jeden nádech co nejdelší vzdálenost. Příprava těla a mysli pro překonání dlouhé doby bez dýchání spočívá v uvolňovacích a dechových cvičení, které mají za následek snížení tepové frekvence, celkového metabolismu a tím i spotřeby kyslíku.

U hloubkových disciplín je důležitým faktorem hydrostatický tlak. V hloubce cca 30m jsou plíce člověka stlačeny na reziduální objem, což znemožňuje dostat se hlouběji. Hydrostatický tlak pomáhá dalšímu snižování tepové frekvence a také stahování okysličené krve z periférií k životně důležitým orgánům. Tzv. královskou disciplínou hloubkového freedivingu je Konstantní zátěž (CWT), při které se během pokusu využívá

k ponoru i výstupu pouze síly nohou opatřenými ploutvemi. Dopomoc paží a lana není přípustná s výjimkou obratu v nejhlubší části ponoru, kde může závodník lano jednou rukou uchopit, uvolnit cedulku s označením hloubky a odrazit se nazpět. Další disciplínou je Free immersion (FIM). Tady závodník ručkuje po laně do hloubky a zpět. Použití ploutví není dovoleno. Disciplína Variabilní váha (VWT) se uskutečňuje tak, že k sestupu do hloubky se využívá zařízení nazývané „sled“, což je tzv. zatížený výtah. Po dosažení cílové hloubky se závodník dostává na hladinu vlastními silami libovolným způsobem. No limits (NLT) se nazývá další disciplína a jak napovídá název, je to disciplína bez omezení. K sestupu se používá také „sled“, k výstupu tažený balón (Exner, 2008).

5.1.2 Vybavení (výstroj)

Nejdůležitější součástí výstroje je neoprenový oblek. Materiál, z něhož je vyroben by měl být velmi elastický. Prioritou je tepelný a mechanický komfort. Tloušťka vhodná pro freediving je běžně 3 nebo 5mm. Větší tloušťka lépe izoluje, ale omezuje pohyb a dýchání.

Vnější povrch neoprenu může být hladký, potažený látkou nebo maskovaný. Vnitřní povrch se dělí na tzv. open cell porézní, který je bez povrchové úpravy, dále coating, což, je tenká vrstva titanu, mědi nebo jiných substancí, jež zlepšují tepelně – izolační vlastnosti. Posledním druhem vnitřní vrstvy neoprenu může být lining, což je vrstva z nylonu.

Dalšími doplňky pro freediving jsou ponožky, rukavice a gumový opasek (Exner, 2008).

5.1.3 Potápěčské lokality

Můžeme se domnívat, že prostředí, ve kterém se potápěč nachází, je velmi důležitým faktorem. Působí jak na smysly, tak téměř na všechny soustavy v těle. Proto je velmi důležité předem znát vlastnosti všech lokalit, do kterých vstoupí freediveři. Je nutné dbát na rizika a nepřecenit své dovednosti.

Dělení lokalit dle Somerse (1997):

- Lomy, jezera a rybníky
- Řeky
- Zřídla, jímky a jeskyně
- Potápění z oceánických pláží bez přibojie
- Potápění z oceánických pláží s přibojem
- Potápění v chaluhách a mořských řasách

5.2 Struktura sportovního výkonu ve freedivingu

Käsinger (1996) říká, že potápění klade mimořádně vysoké nároky na adaptabilitu jedince, kdy dochází ke komplexní zátěži, která je podmíněna vysokým tlakem a jeho změnami v chladu, zvýšeným odporem prostředí a nedostatkem světla.

Melichna (1995) uvádí, že se potápění řadí mezi sportovní disciplíny na které je kladen vysoký nárok nejen na fyzickou stránku sportovce, ale také psychickou.

5.2.1 Funkční a metabolická charakteristika

Doba potopení je dána možnou délkou apnoe. Klesání parciálního tlaku v alveolárním vzduchu způsobuje úmyslná apnoe a stoupá parciální tlak do té doby, dokud nenastane potřeba dýchat. Doba výdrže pod vodou je tedy dána udržení apnoické pauzy, která závisí na předcházející náplni plic a na stupni adaptace na apnoe (Heller, 1996).

Z energetického hlediska je pohyb člověka ve vodním prostředí velice namáhavý, protože účinnost pohybu činí 3% pro srovnání s běžnou chůzí, která má 23- 33%. Energetický výdej se zvyšuje v závislosti na intenzitě pohybové činnosti. Při mírnějších pohybech energetický výdej dosahuje 34kJ a při intenzivnější práci se tato hodnota pohybuje až 67kJ.

Kardiovaskulární systém je zatížen vzhledem k intenzitě pohybové aktivity a poloze těla při pohybu. Při chladu nastává vazokonstrikce, což znamená zúžení cév.

Typické pro potápění v bezdeší je snížení srdeční frekvence a při ponoření obličeje do vody. Může to činit jenom 50 tepů za minutu. Ale postupně během pohybové aktivity pod vodou nastává zvýšení srdeční frekvence. Zvláštností u potápění na nádech je tzv. diving reflex, kdy srdce reaguje naopak a to snížením srdeční frekvence při zvýšené námaze.

Dle Hellera (1996) svalová činnost při pohybové aktivitě pod vodu zkracuje délku možné apnoe přibližně na jednu polovinu. Hloubka potopení na nádech je limitovaná. Při narůstajícím hydrostatickém tlaku s postupným ponořováním snižuje žebra a vytlačuje orgány dutiny břišní včetně bránice kraniálním směrem, až hrudník i bránice jsou v poloze maximálního expira. Při okamžiku, kdy všechn vzduch v plicích, který získáme na hladině, zaujímá jen původní objem reziduálního vzduchu na hladině, se nazývá teoretická hraniční hloubka. Tato hodnota se pohybuje kolem 30m. Po sestupu níže než tato hodnota 30- ti metrů, tak se stává pro potápěče rizikovým, protože další stlačení hrudníku není z anatomických důvodů možné a v plicích vzniká podtlak. Při potápění na nádech dochází k bradykardii a periferní vazokonstrikci, za to krevní tlak mírně stoupá.

Dle Melichny (1995) je dokázané, že obsah kyseliny mléčné je v průběhu ponoru nezměněn oproti klidovým hodnotám. Po vynoření se však prudce hladina laktátu zvyšuje a maxima dosáhne až po asi dvou minutách. Poté opět dochází k návratu k původní hodnotě. Z toho lze odvodit, že během ponoru pracují svaly téměř bez přístupu kyslíku. V závislosti na kapacitě, kterou potápěč vykoná a na zabezpečení organismu energií se může sportovní zatížení klasifikovat do 4 stupňů:

- Zatížení maximálního výkonu- doba trvání 20- 25s rozvoj silově- rychlostních kvalit,
- Zatížení submaximálního výkonu – doba trvání 30s- 5min biochemické metabolické krytí je anaerobní glykolýza,
- Zatížení vysokého výkonu- doba trvání 5- 17min, s rozvojem vytrvalosti, kde se uplatní především aerobní glykolýza,
- Zatížení přiměřeného výkonu trvajících 17- 50min, s výrazným aerobním krytím.

5.3 Motoricko- funkční charakteristika sportovce

Dle Melichny (1995), který uvádí, že antropomotorická měření nejsou zcela vyhraněna pro vykonávání toho odvětví sportu. Jediným předpokladem, který se prosazuje, jsou mezomorfní typy sportovců se somatotypem 3- 7- 2 či 3- 7- 1. Bývá zvýšená endomorfní složka, ale ta se vysvětluje mírným zvýšením vrstvy podkožního tuku, která je zapříčiněna pobytem sportovce v chladném vodním prostředí.

Dovalil a kol. (2012) uvádí, že somatotyp neznamena vždy úspěšnost sportovce, ale naopak bez odpovídající stavby těla není možné, aby se sportovec zařadil mezi výkonnostně nejlepší.

Základním požadavkem kladeným na vlastnosti potápěče je dobrá úroveň tělesné zdatnosti, která zahrnuje prvky síly, rychlosti, obratnosti i vytrvalosti. Co se týká dobrého stavu srdečně- cévního a dýchacího systému, tak potápěč s vysokou kapacitou transportního kyslíkového systému bude schopen vykonávat těžší práci a bude především lépe vzdorovat únavě. Velice důležitým tréninkem pro potápěče je trénink pro zvýšení vitální kapacity plic, jelikož výdrž v bezdeší má velikost vitální kapacity zásadní význam jak pro trvání ponoru, tak pro jeho maximální hloubku. Pro porovnání s netrénovaným jedincem, který je stejného věku a vzrůstu, tak potápěč má o 30% větší kapacitu plic. Vlivem tréninku je prodloužená i doba apnoe (bezdeší) a zvětšení reziduálního objemu plic (RV) proti normě, snížení dechové frekvence a zvětšení dechového objemu (Melichna, 1995).

5.4 Fyziologické základy tréninku

Havlíčková a kol. (2004) popisují, že pohybové schopnosti představují především soubor vnitřních předpokladů k pohybové činnosti nějakého určitého charakteru. Vnější projev je pohybová dovednost. Úroveň pohybových schopností je vždy udávána součinností dějů (molekulární, systémové, orgánové, buněčné), které jsou na různých úrovních. V mnoha sportech se uplatňují dvě nebo tři pohybové schopnosti, ale je potřeba si uvědomit, že v každém sportovním výkonu se více nebo méně uplatňují právě všechny pohybové schopnosti.

Dle Melichny (1995) uvádí, že tělesná příprava potápěčů je důležitá a nezbytná z hlediska optimální reakce na zatížení. Potápěčská příprava se dělí na přípravu na suchu

a přípravu ve vodě. Příprava na suchu obsahuje vždy obecnou všestrannou přípravu, kondiční průpravu a velice důležitou speciální průpravu. Všestranná příprava zahrnuje výběr vhodných prostředků pro rozvoj tělesných vlastností a dovedností.

Dle Dovalila a kol. (2012) uvádí, že pro rozvoj tělesných vlastností je uznávané pojetí pohybových schopností, které jsou tzv. zobecněním ze široké palety pohybových projevů člověka především v komplexech silových, rychlostních, vytrvalostních a koordinačních schopností.

Melichna (1995) tvrdí, že v této přípravě dochází k rozvoji srdečně- cévní a dýchací soustavy, přírůstku svalové hmoty a síly. Hlavní prostředky na suchu jsou převážně lyžování (běh na lyžích), cyklistika, kanoistika, veslování, lehká atletika, cvičení na nářadí a sportovní hry.

Na ovlivňování pohybových schopností se podílí tzv. kondiční příprava, která slouží jako východisko pro rozvoj speciálních pohybových schopností a vytvoření také široké pohybové základny. Tyto dvě oblasti spolu v souladu s technicko- taktickými dovednostmi provedení sportovního výkonu na požadované úrovni.

Ovlivňování pohybových schopností nepředstavuje ve sportovním tréninku izolovaný celek. Naopak je výrazem složitých vztahů a vazeb v lidském organismu, které se dotýkají strukturálních, funkčních a psychických vlastností. Jednotlivé schopnosti představují určitý více či méně samostatný komplex, do kterého se prolínají i ostatní vlastnosti. V rozvoji pohybových schopností se dá věnovat monotematicky (pohybové schopnosti se rozvíjejí zvlášť) nebo diferencovaně (rozvoj pohybových schopností dohromady jako např. rychlost a síla). Nemělo by se opomenout při řazení cvičení a sledu na zapojení jednotlivých zón energetického krytí (Dovalil, 2012).

5.5 Zdravotní aspekty

Mountain (1998) uvádí, že potápění je velmi nezbytné a životně důležité porozumět tomu, jak funguje dýchací systém a krevní oběh. Je také důležité znát působení tlaku na tělní dutiny a další orgány lidského těla. Dýchání pod vodou vyžaduje větší úsilí než dýchání nad vodou z následujících důvodů:

- 1) Vdechovaný vzduch má větší hustotu vlivem zvýšeného tlaku

- 2) Plíce jsou mírně „tužší“ vzhledem ke zvýšenému centrálnímu objemu krve a jejímu hromadění v plicích, což redukuje množství přítomného vzduchu
- 3) Zvýšený odpor při výdechu skrze plicní automatiku

Z hlediska zdraví a bezpečnosti lze rozdělit několik aspektů, které mohou velmi zásadně ovlivnit potápění. Jsou to nádechový odpor, toxicita oxidu uhličitého, stres – fyzické a psychické přetížení, hypoventilace a ztráty vědomí při potápění na nádech, otrava oxidem uhelnatým, hypertermie, hypotermie, tonutí, dusíková narkóza, dekompresní nemoc, barotraumata, křeče, reflex karotických sinů a syndrom náhlé smrti.

Dle Dvořákové & Svozila (2005) přináší potápění kromě fantastických pohledů do vodního světa také i různá zdravotní rizika. Potápěč by měl bezpodmínečně znát příčiny, příznaky, možné důsledky a účinnou první pomoc potápěčských nehod a nemocí, aby jim mohl předcházet. Autorka uvádí jako nejčastější nehody a nemoci – vyčerpání, tonutí, podchlazení, nedostatek kyslíku, barotraumata nejčastěji plic a hrudní dutiny, sluchového ústrojí, zažívacího ústrojí, vedlejší dutiny nosní a zubů.

Heller & Vodička (2011) uvádí, že nejčastější nehodou při potápění na nádech je náhlá ztráta vědomí. Utopení je pak sekundární, jako důsledek ztráty vědomí. Bezvědomí se dostavuje náhle bez varovných příznaků, zejména při předchozí hypoventilaci způsobující hypokapnii. Dále autoři uvádějí časté nehody při potápění – barotraumata, dekomprese a podchlazení.

Mountain (1998) také popisuje základní pravidla první pomoci, která zahrnují:

- Neublížit
- Zachovat život
- Zabránit zhoršení stavu
- Uspíšit uzdravení

Dále autor popisuje nejčastější zdravotní omezující faktory v potápění:

5.5.1 Dekompresní nemoc

Je popisována tak, že se ve tkáních dusík rozpouští přímo úměrně svému aktuálnímu parciálnímu tlaku. Klesáním potápěče roste okolní tlak a do tkání vstupuje více plynu, než z nich odchází. Pro bezpečné potápění je třeba udržovat citlivou rovnováhu dusíku v organismu. Rovnováha je dosažena kombinací hloubky ponoru, času na dně a rychlostí výstupu v rámci bezpečnostních limitů. Porušením rovnováhy dochází k vytváření bublinek v dusíku většinou v krevním řečišti – kde způsobí zablokování krevního oběhu – nebo v tělních tkáních, kde způsobují poškození tkáně plynem, který při poklesu okolního tlaku expanduje. Symptomy závisí na poloze bublin v těle, takže je kožní forma, svalově- kosterní forma, plicní forma nebo napadení centrálního nervového systému dekompresní nemocí.

Holzapfel (1995) popisuje, že za většinu úrazů a jejich následků při potápění si mohou potápěči sami. Zapříčiňuje to lehkomyšlnost, chybějící sebeovládání a přeceňování a také nedostatečná příprava na potápění. Autor také popisuje známou Kesonovou nemoc. Její příčinou je dusík, který se v těle nijak chemicky neváže, ale fyzikálně se rozpouští, a sice o to více, čím větší je hloubka a doba ponoru. Dusík se tedy dostane nejprve do plic a odtud do krve. Dle hloubky ponoru se rozpustí odpovídající množství dusíku v krvi a přes krevní oběh se dostane do různých tkání. Nemoc může mít postižení označeno jako lehké (typ I) nebo těžké (typ II). Může být provázeno těžkou formou neurologického poškození.

5.5.2 Barotraumata

Uvnitř lidského těla je množství vzduchem naplněných dutin, které mohou být poškozeny, není-li tlak v těchto dutinách vyrovnáný vzhledem k okolnímu tlaku. Toto se nazývá jako barotrauma. Nejčastější jsou:

- Plicní barotrauma – chyba je při výstupu, kdy rozpínající se vzduch v plicích nemá možnost unikat. Tato situace může vyvolat vzduchovou embolii.
- Barotrauma středního ucha – pokud je zvýšen okolní tlak bez odpovídajícího zvýšení tlaku ve středoušní dutině, dojde k vydutí membrány ušního bubínku směrem dovnitř a může dojít k protržení. Navíc dojde k otoku středoušní tkáně a k menšímu krvácení.

- Barotrauma čelních dutin – je způsobeno blokováním přístupu vzduchu do čelních dutin, což vyvolává tlak na dutiny s bolestivým otokem a krvácením.
- Barotrauma zubů – dutiny v zubech, způsobené zubními kazy nebo nedostatečnou výplní mohou vést k tlakovému rozdílu v zubech.

Melichna (1995) uvádí, že potápění klade velké nároky na analyzátory.

- Zrakové vnímání je pod vodou zkreslené a příčinou jsou fyzikální rozdíly mezi vodou a vzduchem. Dohlednost závisí na stupni znečištění.
- Sluchové vnímání je také ovlivněno. Fyzikálními rozdíly mezi vzduchem a vodou dochází k rozdílu v rychlosti šíření zvuku, ve vlnové délce zvuků stejného kmitočtu, v odporu, který dané prostředí zvuku klade. Rozhodující význam pro slyšení kostní má význam má vedení zvuků.
- Rovnovážné ústrojí se setkává jen s občasnou poruchou funkce, která může být v podobě krátkodobé závratě, trhavých pohybů očí a někdy nevolnosti. Příčina je patrně nesymetrické podráždění rovnovážného ústrojí chladem či tlakem ve středouší.
- Kožní citlivost a vnímání bolesti z hlediska vnímání dotyku a chladu zhoršují především typy obleků a dále působí chlad.

6 Teoretická analýza zátěžových testů

6.1 Popis zátěžových testů

Dle Semiginovského (1988) jsou účelové zkoušky mnohdy využívány. Je to z toho důvodu, že funkční ukazatele jsou dostupné neinvazivní diagnostice. Podstatou funkční a metabolické diagnostiky v terénních podmínkách, ale také v laboratoři je pohybové zatížení. Předpokladem pro zvyšování pohybové výkonnosti je přizpůsobení organismu na pohybové zatížení. Když zvolíme příhodné zatěžování organismu efektivními adaptačními podněty, dochází právě k tomuto jevu. Adaptační podněty se vyznačují intenzitou, objemem a frekvencí.

Kontraindikace k neuskutečnění testů jsou následující:

- nemoci nebo oslabení organismu,
- existují dva druhy kontraindikací - absolutní nebo relativní. Absolutní příčiny jsou celková akutní infekční onemocnění, hořčnaté stavy, zhoubné nádory, selhání funkce životně důležitých orgánů jako je infarkt myokardu atd., relativní důvody se dá považovat onemocnění, jejichž průběh ještě může být proměnlivý (astma, diabetes mellitus, angina pectoris atd.), pokud je stav v dobré fázi kompenzace, dá se test uskutečnit, ale dokud je ve zhoršeném stavu, test vykonat nelze,
- existují i příčiny, kdy je nutno test přerušit. Důvody jsou to objektivní a subjektivní. Do objektivních zařazujeme prohlubující se poruchy srdeční činnosti se zátěží nebo pokles krevního tlaku, příliš vysoký krevní tlak nebo neměnný krevní tlak se zátěží. Do subjektivních patří bolest, dušnost, závrať, slabost nebo úplné vyčerpání organismu (muni, 2012).

Cinglová (2010) popisuje, že zátěžové testy jsou určeny ke zjištění funkčního stavu celého organismu, ale především ke zjištění stavu testovaných orgánů. Dále určují schopnost k pohybové aktivitě a ke sledování zpětné reakce organismu na různé typy zátěže. Organismus můžeme zatížit i jinými způsoby jako např. pohybem, změnou polohy těla, teplem i chladem, elektricky, farmakologicky, hypoventilací aj. Testování probíhá

většinou v laboratoři za běžných podmínek, aby bylo možné je kdykoliv opakovat a porovnávat. Pozorují se dva cíle při testování sportovců:

- 1) Zjištění zdravotní způsobilosti k prováděnému sportu
- 2) Zhodnocení úrovně trénovanosti, dle které se má zkontrolovat kvalita procesu v tréninku a předvídat úspěšnost v závodu

Zatížení pohybem se rozlišuje na dynamické a statické. Dynamické spočívá ve formě chůze, běhu, dřepů apod. Toto testování určuje všeobecnou zdatnost (Cooperův 12- ti minutový běh), není sice zcela přesné, ale jeho provedení je velmi snadné. Dále sem můžeme zařadit testy v laboratoři, kdy se provádí ergometrické vyšetření, buď na bicyklovém ergometru nebo na běhacím ergometru tzv. běhátku. Laboratorní výsledky jsou kvalitní, reprodukovatelné a můžeme je srovnávat se mezinárodními údaji. Tyto testy nebývají náročné z pohledu financí a jsou lehce dostupné.

Dle Martense (1997) se realizují testy k posouzení tělesné stavby, kdy zjišťujeme tělesný typ, množství tuku v procentech a typ svalových vláken.

Placheta a kol. (1992) uvádí, že zátěžové testy jsou příznačné tím, že poskytují měření a posuzování odezvy, adaptace různých orgánových funkcí (především kardiopulmonálních a metabolických) v závislosti na určité zátěži. Velký význam mají v klinické funkční diagnostice, neboť umožňují sledovat při zátěži vývoj už v klidu existujících abnormálních změn a také vedou k vyvolání patologických reakcí, které se v klidu neprojevují. Zpětná reakce těchto veličin se měří buď při vlastní zátěži, při zotavení nebo kombinovaně.

6.2 Příprava na zátěžové testy

Martens (1997) popisuje několik podstat testování:

- náležité rozcvičení před testováním
- dodržení bezpečnosti
- použití stejného vybavení a zachování užití identických metod
- příprava před testem by měla trvat 3 dny, abychom snížili objem a intenzitu cvičení a navodili dojem závodu, nejvhodnější je provádět test vždy ve stejnou dobu

- testování musí dostávat jasné a přesné instrukce. Je nutné přesné dodržení polohy a sledování průběhu celého testování a realizace pohybu
- zápis průběžných výsledků do předem připraveného formuláře
- dodržení nezbytného odpočinku po vyčerpávajících testech,
- u terénního testování by se mělo vyvarovat nepříznivého počasí a dodržet standardní povětrnostní podmínky. Po skončení testu a vyhodnocení výsledků by se měl naplánovat rozvoj kondičních schopností a příslušný rozvoj energetického krytí.

Cinglová (2010) popisuje, že sportovec, jenž absolvuje prohlídku, má být poučen o významu testování. Podstatná je i vhodnost oblečení a sportovní obuvi. Je nevhodné testy realizovat po fyzické zátěži nebo s infekční chorobou. Výsledky může ovlivnit i špatná životospráva den před testem (velký příjem alkoholu nebo krátký spánek). Maximálně hodinu před vyšetřením je možné si dát lehčí jídlo. Veškeré užívané léky je nutné předem nahlásit. V místnosti, kde se provádí vyšetření, by měla být přiměřená teplota (16- 24°C), vlhkost vzduchu (40- 60%) a také klid. Z technického hlediska vybavení je třeba, aby bylo pravidelně kontrolováno, aby bylo spolehlivé a kalibrované.

Dle Pařízkové (1998), která uvádí, že složení těla je v dnešní době chápáno z hlediska atomového, molekulárního, tkáňového a celotělového modelu a využívá se nespočet metod jako je např. densinometrie, isotopové diluční metody, duální rentgenová absorpciometrie, ale pro klinickou praxi a terénní testy je nejzákladnější a nejpoužívanější metoda pomocí kaliperu měření kožních řas a bioelektrická impedance.

Martens (1997) popisuje, jak se postupuje u měření tělesného tuku ještě před samotným testováním, které probíhá v laboratoři. K dobrému výkonu sportovcům přispívá hodně svalové hmoty a málo tělesného tuku. Ve výkonnosti sportovců je však nepříznivé mít příliš málo tělesného tuku nebo jeho nadměru a může to mít negativní vliv na zdraví sportovce.

Dle Máčka & Vávry (1988) je vhodné zajistit cirkulaci vzduchu, tím že je správné umístění ventilátory bez přímého proudění vzduchu.

Kučera & Dylevský (1999) popisují, že se před testováním realizuje antropometrické vyšetření, do kterého spadá tělesná výška, stanovení tělesného tuku pomocí kaliperu nebo bioelektrickým analyzátozem.

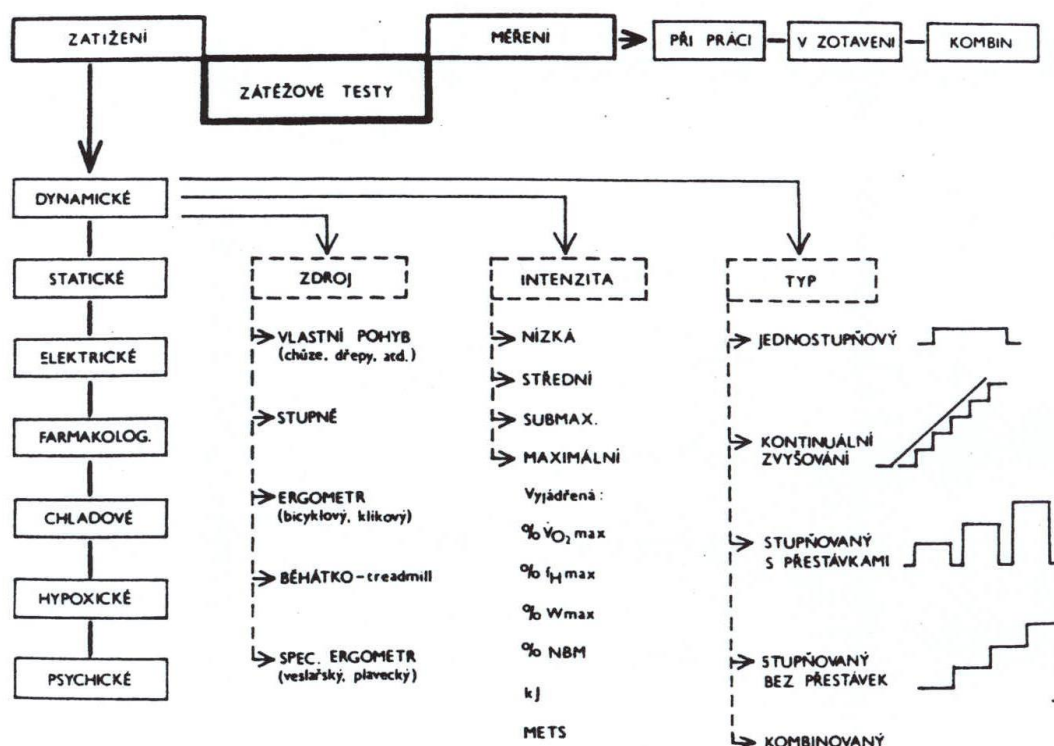
Hondza (1988) zdůrazňuje to, že u složitějších testů by měl být přítomen lékař. Tým pracovníků by měl být pravidelně školen a sledován při řešení nenadálých příhod.

Dále Martens (1997) pojednává o tom, že se dá měřit pouze dvěma způsoby. Jsou dvě nepřímé metody. Určení tloušťky kožních řas pomocí kaliperu nebo použití bioelektrického analyzátozu. Měření kožních řas je levnější, protože je k němu potřeba pouze kaliper. Měří se na přibližně deseti místech těla a pak následuje série výpočtů, které určí procento tuku. Bioelektrický analyzátoz měří procento tělesného tuku dle slabého elektrického proudu, který prochází tělem a tedy i kožními řasami. Měří se velikost elektrického odporu. Znamená to, že čím je více tuku v kožní řase, tím je elektrický odpor větší. Tato metoda je rychlejší a nezabere tolik času jako měření kalibrem je však značně dražší záležitostí. Jestliže má sportovec vyšší procento tělesného tuku, je nutné ho snížit úpravou stravy či vhodným aerobním tréninkovým programem.

	Ženy			Muži		
Sportovní odvětví	Pod 11 let	11-15 let	Nad 15 let	Pod 11 let	11-15 let	Nad 15 let
Nízká váha (běžci-vytrvalci, gymnasté)	13-15%	12-14%	11-13%	7-9%	6-8%	5-7%

Tabulka 1: Doporučená procenta tělesného tuku sportovce (Martens, 1997)

6.3 Přehled zátěžových testů



Obrázek 1: Přehled zátěžových testů (Placheta, 1992)

6.3.1 Laboratorní testy

Semiginovský (1988) uvádí, že předností laboratorní diagnostiky je vysoká úroveň standardizovaných podmínek stanovením vybraných ukazatelů, jako je pohybový výkon a fyziologická odezva organismu na jeho funkční a metabolické zabezpečení. Relativní nevýhodou je nezbytné modelování pohybového výstupu, který se liší od skutečného pohybového obsahu soutěžního výkonu ve sportu.

Dle Máčka & Vávry (1988) se kladou jisté požadavky na laboratorní podmínky:

- pohybová činnost má být jednoduchá a má se přibližovat přirozené pohybové aktivitě
- zátěž vyjádřit vykonanou prací nebo podaným výkonem ve fyzikálních jednotkách, které jsou příslušné pro danou práci

- pohybová činnost by neměla být překážkou ve sledování různých funkčních parametrů během zátěže
- omezit výskyt vzniku úrazu během vyšetření

Dle muni (2012) jsou zdrojem fyzického zatížení v laboratorních podmínkách především ergometry. Jsou to speciální stroje, kde se dá přesně dávkovat mechanická zátěž, což je odpor vůči pracujícím svalům. Osobě, která je vyšetřovaná je poskytnuta možnost provádět měřitelný výkon (W) po určitou dobu (hod., min., sek.) a vykonat tak práci. Ta práce může být buď cyklická, acyklická, lineární, statická nebo dynamická. Ergometry mohou být veslařské, bicyklový, jednoklikový (rumpál), dvouklikový, běžkařský a řada dalších.

Dle Kučery & Dylevského (1999), kteří říkají, že funkční diagnostika se stává stále více speciální ve výkonnostním sportu a pomáhá k řízení tréninku.

Dle Máčka & Vávry (1988) všechny tyto požadavky splňuje **bicyklový ergometr**. Umožňuje klasickou práci dolních končetin. Předností bicyklového ergometru je dobré sledování potřebných fyziologických veličin, protože je malá pohyblivost hlavy, trupu i horních končetin. Zde je i malá pravděpodobnost nebezpečí úrazu. Jednou nevýhodou při práci na bicyklovém ergometru je, že je zatížená jedna velká svalová skupina dolních končetin a může vést k nepříjemným pocitům z lokální únavy nebo také přetížení až bolesti. Může to docházet u sportovců, kteří jsou méně trénovaní nebo s odlišným způsobem práce dolních končetin jako jsou např. běžci na lyžích.

Technické požadavky bicyklového ergometru znamená možnost adaptace výšky sedla, distance sedla od řídítek a také výška řídítek dle tělesných rozměrů. Nejrozšířenějším typem na světě je klasický Monarkův ergometr s mechanickým brzděním, ale také existuje ještě mnoho jiných ergometrů s elektrickým brzděním. Dokonce existuje i s předem naprogramovatelným postupem zátěží. Nejdůležitější požadavek z hlediska opakování je kalibrace aplikované zátěže, což není vždy dostupné. Jednou ročně by se měly funkce ergometrů kontrolovat.

Dle Cinglové (2010) dokáže u novějších přístrojů zvýšit zátěž až na 999W. Sportovec je napojen na elektrody, které snímají ekg. Tonometr, který je součástí bicyklu měří krevní tlak nebo se měří ručně. 60 otáček za minutu je rychlost šlapání, ale u modernějších přístrojů je na řídítkách display, na kterém je vyznačena optimální rychlost

otáček. Náplň testu je, že sportovec šlape proti danému odporu, jehož velikost se udává ve watech. Daný odpor se mění skokem po určitém časovém intervalu, ale zátěž se dá zvyšovat i kontinuálně. Délka stupně a velikost odporu je dána schématy jednotlivých protokolů, které mají celosvětové pojmenování.

- Bruce (nejpoužívanější): zvyšování zátěže o 50W, stupeň 3 minuty
- Stanford: zvyšování zátěže o 50W, stupeň 2 minuty
- Balke: zvyšování zátěže o 25W, stupeň 2 minuty
- Henry: zvyšování o 10W, stupeň 1 minuta

Zvyšovat lze výkon také o velikosti W/kg hmotnosti. Česká kardiologická společnost provádí doporučení, že by zátěžový test měl mít interval 2 minuty bez přestávek a s malým zvyšováním zátěže o 25W. Test by neměl přesáhnout celkově 12minut. Modernější vyšetřovací linky jsou napojeny na počítač s programem, který je schopen nastavit měřené veličiny předem a zobrazuje ekg, tepovou frekvenci. Zaznamenává změřené hodnoty krevního tlaku a získané údaje vytiskne. Některé programy dokážou vypočítat BMI a zhodnotí křivku ekg.

Dle Máčka & Vávry (1988) se provádí na bicyklovém ergometru také testy se stupňovanou zátěží. Stupňovaná zátěž se rozumí tím, že se postupně zvyšuje síla odporu od velmi lehké přes lehkou, střední atd. a tím stoupá tělesná zátěž a při tom se sleduje reakce fyziologických ukazatelů jako je např. srdeční frekvence nebo spotřeba kyslíku aj. Zvyšování zátěže by měl být dán ve vztahu k jednotce hmotnosti těla, např. 1,0 W na kg, 1,5 W na kg nebo 2,0 W na kg. Trvání zátěže na každém daném stupni závisí hlavně na tom, co se sleduje. Postačující doba je 3 minuty na každém stupni, kdy by mělo být dosaženo rovnovážného stavu a určité funkce transportního systému. Vždy ke konci této doby se registruje EKG. Dále se sledují parametry výměny dýchacích plynů nebo ventilace.

Dle Cinglové (2010) vyhodnocujeme po zátěžovém testu:

- maximální dosažený výkon ve watech (nebo ve watech vztažených na kg hmotnosti) a zohledňujeme ho k věku, hmotnosti s pohlaví, můžeme si ho porovnat s tabulkovými údaji
- tepová frekvence se zátěží roste, ale může nastat tzv. hypokinetická reakce, která znamená, že tepová frekvence se nezvyšuje úměrně zátěži nebo tzv.

hyperkinetická reakce, která nadměrně zvyšuje tepovou frekvenci a je to způsobeno po nemoci nebo v rekonvalescenci, orientační hodnotu maximální tepové frekvence zjistíme odečtením věku od 220, srdeční frekvence s věkem klesá při zátěži a ženy mají vždy vyšší než muži, rychlost poklesu tepové frekvence v zotavení se hodnotí v testech, kdy chceme zjistit zdatnost sportovce při opakovaných měřeních, ale při hodnotách ukazatelů kardiopulsační zdatnosti (anaerobní práh, parametr $\dot{V}O_2$ max) nelze vyvozovat na rychlosti poklesu tepové frekvence v zotavení, tedy na zotavovací schopnosti organismu po námaze:

- při dynamickém zatížení je reakce krevního tlaku typická, do submaximálního zatížení systolický tlak se zvyšuje vlivem aktivace sympatiku a diastolický klesá při sníženém cévním periferním odporu, u vysoce trénovaných jedinců se vyskytuje, že diastolický tlak je roven nule v některých fázích zatížení, v pořádku je i když diastolický tlak se nemění nebo i lehce stoupne, naměřené hodnoty bychom měli porovnat s hodnoty v tabulkách dle dosaženého výkonu a dle věku, systolický krevní tlak by neměl dosáhnout hodnot 200mmHg a diastolický 100mmHg, protože potom to považujeme za hypertenzní reakci a při hodnotách 24mmHg systoly a 120mmHg je důvod k ukončení testu
- během testu se také hodnotí křivka ekg při zatížení a v klidu a všímáme si zotavovací fáze, jak často se objeví arytmie a z toho usuzujeme fyziologické změny u trénovaného jedince a které změny už znamenají srdeční onemocnění

Dle Máčka & Vávry (1988) splňuje všechny podmínky laboratorních testů i **test na běhátku**. Ve Spojených státech amerických je více využíván než v Evropě. Za jeho přednost se dá považovat, že se zapojí vysoké procento svalové hmoty těla do testu bez vysokého přetížení izolované svalové skupiny. Nevýhodou běžického ergometru je finanční i prostorová náročnost, hluk a měření některých funkčních ukazatelů může být obtížnější nebo i nemožné.

Dle Cinglové (2010) se dají různé stupně zátěže na pohyblivém běhacím pásu měnit změnou rychlosti pohybového pásu a jeho sklonu. Během testu na běhátku se zaznamenávají hodnoty ekg a stejně jako na bicyklovém ergometru se měří krevní tlak. Na běhátku se provádí spiroergometrie a naměřené hodnoty $\dot{V}O_2$ max jsou vždy vyšší než na bicyklovém ergometru, protože se zatěžuje větší skupina svalů.

Spiroergometrie patří do dynamické zátěže a je v ní zahrnuta analýza vydechaného vzduchu při složení vzduchu známém vdechovaného. Analýza se provádí kvůli zjišťování maximální spotřeby kyslíku $\dot{V}O_2 \text{ max}$. Z funkčního vyšetření představuje parametr $\dot{V}O_2 \text{ max}$ jeden z nejdůležitějších ukazatelů, protože představuje kapacitu transportního systému.

Dle Dovalila (2012) je maximální spotřeba kyslíku ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) cenným ukazatelem. Vyjadřuje maximální aerobní výkon jedince. U trénovaných sportovců jako jsou např. běžci na lyžích, se hodnoty maximální spotřeby kyslíku mohou pohybovat výše až 80 ml/kg/min i více.

Cinglová (2010) uvádí, že $\dot{V}O_2 \text{ max}$ je množství kyslíku extrahované ze vzduchu vdechnutého za časovou jednotku. Odlišuje se od vlastní spotřeby kyslíku v tkáních, kvůli využití ještě kyslíku z krve a tkáňových rezerv. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ dává hodnoty vyšší o 8 až 15% než na bicyklovém ergometru díky zapojení větších svalových skupin. Je ovlivněn geneticky, ale také závisí na pohlaví a věku. Ke měření se využívají přístroje s otevřeným systémem, co znamená, že sportovec vdechuje vzduch z místnosti a vydechaný vzduch je přístrojem analyzován. Ve třetí dekádě (cca 25let) je absolutní hodnota maximální spotřeby kyslíku nejvyšší a relativní kolem 12. roku věku.

Testy na běhátku jsou z hlediska bezpečnosti mnohem nevýhodnější než na bicyklovém ergometru, protože sportovec může ztratit stabilitu na pohybovém pásu a při jeho změnách rychlosti. Opěrná madla, která jsou podél pásu, slouží k nadnášení při přerušení testu, aby nedocházelo k pádu. Za další nevýhodu se dá považovat vysoká cena, hlučnost a větší rozměr. I přes tyto nevýhody je běhátko široce využíváno jak v zámořských zemích, tak i u nás. U nás se využívá ve sportovní medicíně, ale také k diagnostice choroby ischemické dolních končetin.

Dle Máčka & Vávry (1988), který říká, že testy na běhátku se u nás a v Evropě využívají pro klinické účely. Nejčastější postup je tzv. Bruceho protokol. Test je ukončen, když sportovec není schopen už dál pokračovat a postačí udat dobu testu v minutách. V tab. č. 2 je vypsáno, jak tento test vypadá.

STUPEŇ	RYCHLOST (KM/ HOD)	SKLO N%	ČAS (MIN)
1	2,7	10	3
2	4	12	3
3	5,4	14	3
4	6,7	16	3
5	8	18	3
6	8,8	20	3
7	9,6	22	3

Tabulka 2 Kontinuální stupňovaný test

Placheta a kol. (1992) uvádí další 2 testy na běhacím pásu. Ten první je takový, že se nemění sklon pásu, zůstává pořád v horizontální rovině, ale zvyšuje se jeho rychlost. Ve 2- 3 minutových intervalech probíhá test a rychlost zvyšuje např. od 2,5 km/h do 10km/h. Ten druhý test je takový, že se zvyšuje úhel sklonu, ale nemění se rychlost pásu. Provádí se to dle tzv. Balkeova protokolu, který udává, že počet stupňů 11 nebo 22, trvání jednotlivého stupně 1- 2 minuty, rychlost zůstává stálá 5,2 km/h a úhel sklonu se zvedá od 0 až do 22%. Po každé jedné minutě se zvedne sklon pásu o 1% a každé dvě minuty o 2%.

6.3.2 Terénní testy

Dle Hellera (2010), který tvrdí, že pokud nelze využívat laboratorních testů nebo pokud není vhodný jiný stanovený test, tak se terénní testy mohou využít k zjištění cvičební kapacity nebo také k pravidelnému monitorování změn, ke kterým dochází u pacientů a sportovců v důsledku prováděných cvičení.

Dle Semiginovského (1988) jsou terénní testy většinou zahrnuty v celkové diagnostice pohybové výkonnosti, jejím dílčím, skórovatelným vstupem. Předností těchto

testů je variabilita použití pohybových výkonů a jejich dílčích struktur, i když podmínky vyšetření jsou neúplně standardizované.

Dle Hellera & Vodičky (2011) kteří také souhlasí s názorem, že testy nejsou úplně standardizované a je těžké zjistit plnou reprodukovatelnost testu, což znamená schopnost zopakování testu spolehlivě. Převážná část terénních testů využívá jednoduchých parametrů jako je změna tepové frekvence a koncentrace laktátu v krvi.

Dle Macdougalla, Wengera & Greena (1991), kteří tvrdí že terénní testy ještě ovlivňuje proměnné podmínky jako rychlost větru, teplota a vlhkost, proto jejich výsledky nemusí být úplně přesné při opakování.

Dle muni (2012) při terénních testech se sleduje reakce na specifickou zátěž v daném sportovním prostředí. Vyžadují speciální přístrojovou techniku, která musí být přenosná. Výhodou terénních testů je, že poznáváme sportovce, jak reaguje v jeho vlastním výkonu.

Dle Havlíčkové a kol. (1993) se měří a hodnotí v terénních testech maximální anaerobní laktátové schopnosti dle koncentrace laktátu v krvi např. po 1- 2 minutách běhu do prudkého kopce. Dále se hodnotí důležité funkční a metabolické odezvy, sem patří zejména srdeční frekvence a laktát, v době zatížení a následném včasném zotavení.

Dle Martense (1997) lze zařadit do terénních také testy na aerobní zdatnost, kde se především využívá Cooperův test- běh po dobu 12- ti minut a měří se uběhnutá vzdálenost. Uběhnutá vzdálenost se pohybuje dle pohlaví, věku a výkonnosti sportovce v rozsahu od 2000m do 3200m. Tento test se provádí na atletickém oválu. Na anaerobní zdatnost jsou také testy v terénu, kam můžeme zařadit variantu běžeckou, cyklistickou nebo plaveckou. Anaerobní kapacita představuje maximální množství energie, který produkuje ATP- CP systém a anaerobní glykolýzu. Lze posoudit testem, který trvá 30sekund. Příklad běžecké varianty na anaerobní zdatnost: Vyhledá se mírný kopec, který je dlouhý zhruba 300m. Na zem se označí bod A a bod B, při čemž bod A představuje start, kde sportovec vyběhává a snaží se do bodu B vyvinout maximální rychlost, když protne bod B, trenér stopuje 30s. Zapiše se pak do formuláře uběhnutou vzdálenost za 30 sekund.

Dle Bartůňkové a kol. (1996) patří do standardizovaných testů terénních ještě např. test chůze na 2km, vystupování (step test nebo Margariův test pro stanovení anaerobní kapacity apod.) nebo dřepy (Ruffierův test)

6.4 Metody zjišťování maximální zátěže

Dle Máčka & Vávry (1988) představuje pojem maximální zátěž maximální fyzický výkon, při němž je hlavní dynamická a rytmická svalová zátěž. Může to mít rozdílné trvání v různých formách jako je např. běh na 100m, jízda na kole nebo plavání atd. Maximální dynamická zátěž zkoumá transportní kapacitu organismu, která je ziskem vytrvalostních sportů.

Maximální zátěž lze určit pouze u osob zdravých, protože zde dochází k vyčerpání všech funkčních rezerv. Postup na bicyklovém ergometru má dvě části a to předehtání organismu a druhé vlastní vyšetření. Pro předehtání organismu se volí lehčí zátěžový stupně a to v celkovém trvání deseti minut. Na posledním stupni před ukončením předehtání by měla tepová frekvence dosahovat 70% z maximální tepové frekvence. Poté je malá pauza nebo relaxace do 1 minuty. Sportovec může zvolit k relaxaci sed v klidu nebo lehké šlapání bez odporu. Samotné vyšetření maximální zátěže začíná takovou intenzitou, jakou skončilo předehtání. Daná intenzita se stupňuje po půlminutovém intervalu, aby se maxima dosáhlo tak do pěti minut. Zvyšování zátěže se pohybuje od 10W do 25W u průměrné populace, ale sportovců bývá větší.

Na běhátku se zjištění maximální zátěži příliš neliší jak na bicyklovém ergometru. Předehtání se volí jako lehký klus rychlostí 8- 10 km/h po rovině. V té druhé fázi se zvyšuje rychlost a zvyšování sklonu běhátka. Provádění vyšetření na běhátku vyžaduje především zkušenosti a velkou opatrnost.

Jak na bicyklovém ergometru, tak na běhátku končí tento test úplným vyčerpáním sportovce. Na bicyklovém ergometru je to lehčí, protože po dokončení testu může sedět dále na kole a opřít se dle potřeby na řídítka, ale na běhátku stojí a hrozí tady nebezpečí kolapsu nebo také pádu. Při ukončení testu na běhátku je důležité, aby se rychle snížila rychlost běhátka a donutili sportovce, aby kráčel nebo šel na běhátku.

Dle Máčka & Vávry (1988) se dá posoudit dle některých kritérií, zda se dosáhlo maximálních hodnot. Odhadem zda došlo k vyčerpání u vyšetřované osoby, barva kůže nebo také hodnota srdeční frekvence, která by se měla blížit tabulkové hodnoty věkového maxima. Dalším kritériem je analýza objemu a procentuální vyjádření hodnot kyslíku a oxidu uhličitého ve vacích vydechovaného vzduchu.

Dle Máčka & Máčkové (1995) tvrdí, že maximální zátěž se pozná dle odběru vzorku z pracujících svalů při maximální zátěži. Stoupá hladina laktátu až na hodnoty 25-30 mmol/l, přitom v klidu je tato hodnota zanedbatelná.

6.5 Vybrané funkční ukazatele

Reakce na tělesnou zátěž je způsobeno řadou změn v orgánových systémech na svalovou práci. Jejich kvalitativní a i kvantitativní hodnota závisí na intenzitě a také na délce trvání zátěže, ale může být ovlivněna adaptací. Adaptace je schopnost přizpůsobení orgánových systémů na fyzickou zátěž (Placheta a kol., 1992).

Anaerobní práh (ANP) nebo tzv. stresový práh je metabolickým přechodem mezi převážně oxidačním (aerobním) a převážně neoxidačním (anaerobním) krytím energetických nároků při zatížení. Je to mezníkem mezi intenzitou zátěže bez výrazné koncentrace laktátu v krvi a intenzitou zátěže s výraznou koncentrací laktátu.

Je vyjádřen intenzitou zátěže (výkon na ergometru, rychlost pohybu při běhu apod.) nebo příslušnými fyziologickými ukazateli (koncentrace laktátu v krvi, úbytek bází v krvi, ventilace, srdeční frekvence, dechová frekvence, příjem vdechovaného vzduchu, stupeň subjektivního pocíťování zátěže atd.) (muni, 2009).

Dle Kučery & Dylevského (1999) je hlavním parametrem kardiorespirační zátěže maximální spotřeba kyslíku, která ukazuje maximální schopnost organismu aerobně produkovat makroergní fosfáty a je širokým ukazatelem výkonnosti celého transportního systému pro dýchací plyny. Ze spotřeby kyslíku lze zjistit energetický výdej dost přesně.

Nejsnadněji měřitelnou hodnotou je maximální tepová frekvence. Je nejvyšší v okamžiku ukončení zátěže pro subjektivní pocit vyčerpání. Maximální tepovou frekvenci měříme tzv. sportestrem, který má sportovec přímo na těle pod prsy. Z této hodnoty také můžeme posoudit, zda došlo k maximálnímu výkonu nebo nikoli.

Použijeme-li při měření bicyklový ergometr s nastavitelnou zátěží, nezávislý na rychlosti šlapání, tak pouze nastavíme požadovaný výkon. Pokud použijeme k testování běhátko, potom výkon závisí na rychlosti běhu a sklonu běhátka. Pro maximální výkon používáme název pracovní kapacita (PK) nebo také maximální tolerovaná zátěž, která značí rovnovážný stav. Další potřebný údaj je tepový kyslík, který určuje množství kyslíku transportované jedním stahem srdce. Minutová ventilace (VE) je vhodným

parametrem pro určení anaerobního prahu a sledováním jeho dynamiky stoupající zátěži. Saturace hemoglobinu v % udává pokles saturace hemoglobinu a stanovuje míru snížení transportní kapacity kyslíku.

Dle Máčka & Vávry (1980) je výdej energie kryt na začátku intenzivní zátěže, blíží se maximu, čerpáním zásob fosfagenu anaerobní glykogenolýzou. Na začátku svalové práce změny dýchacího a oběhového systému se projevují zvyšujícím příjmem kyslíku. Časový průběh těchto změn je dán druhem, rytmem a intenzitou tělesné práce. Dechová frekvence se zvýší na začátku práce a během zatížení se už příliš nemění. Objem minutové ventilace se tedy zrychlí v prvních minutách zatížení a další zvyšování probíhá pomaleji. Minutový objem srdeční roste na začátku zatížení rychle. Po prvních 60s zatížení je už na hodnotách 85% své konečné hodnoty. Minutový objem srdeční je závislý na srdeční frekvenci a tepovém objemu. Srdeční frekvence se na začátku zatížení rychleji zvyšuje, než minutový objem srdeční a to znamená, že tepový objem se zmenší na začátku práce. Velikost tepového objemu je dán velikostí srdce.

Hodnoty, které jsou naměřené v posledních okamžicích před vyčerpáním, jsou považovány za maximální. Nejdůležitějšími hodnotami je maximální spotřeba kyslíku, maximální srdeční frekvence, minutový objem srdeční a množství laktátu v krvi.

Dle Hellera (1996) je laktát ukazatelem aerobních funkcí a vhodné intenzity tréninkového zatížení.

6.6 Faktory ovlivňující zátěž

Existuje spousta faktorů, které mohou ovlivnit výsledky zátěžových testů. Záleží na věku a pohlaví sportovce, aby se dle toho nastavila přiměřená zátěž. Ovlivnit výkon může např. vliv chladu, tepla a vliv vodního prostředí. Nejdůležitějším faktorem je vliv trénovanosti.

6.6.1 Vliv trénovanosti

Dle Máčka & Vávry (1980) jsou patrné rozdíly mezi trénovaným a méně trénovaným již při vyšetření krevního oběhu a dýchání v klidu. U trénovaných sportovců se objevují především nízké hodnoty klidové srdeční frekvence. U vytrvalců jsou známy nejnižší hodnoty, až 30 tepů za minutu. Vytrvalostní sporty vedou ke zlepšení ekonomiky

srdeční činnosti a to se projevuje nejen snížením klidové srdeční frekvence, ale i nižšími hodnotami systolického tlaku. Trénovaný sportovec má větší kontraktilitu myokardu, což se projevuje i zvětšením tepového objemu při nezvětšeném srdce a to má za následek, že dokáže využívat zbytkový objem. Morfologickým změny jsou následkem dlouhodobého vytrvalostního tréninku, které spočívají v pyogenní a regulativní dilataci srdce. Dilatace a hypertrofie se děje ve všech oddílech srdce, což způsobuje, že srdce se stává výkonnější pumpou. Měření rtg metodou se zjistilo, že u vytrvalců je srdeční velikost výrazně větší než u normální populace. Průměrná hodnota vytrvalce činí 14- 15ml na kg tělesné hmotnosti proti 10- 12ml u ostatní populaci. Tepový objem sportovního srdce je až 200ml proti normálnímu 70- 100ml. To má za příčinu, nesportovci pak dokážou dosahovat vysokých hodnot minutového objemu srdečního při zátěži. V celodenním režimu se projevuje ekonomičnost srdeční práce. U trénovaných jedinců nastává vysoký stupeň adaptace vegetativního nervového systému, který zaručuje rychlé a optimální přizpůsobení se na podmínky tělesné zátěže.

Rozdíly mezi trénovaným a netrénovaným jedince se projevuje hlavně v procentu využití kyslíku z vdechovaného vzduchu. U trénovaných jedinců je využití kyslíku vyšší, proto také stoupá kyslíková spotřeba v iniciální fázi zatížení při minimálních rozdílech ventilačních objemů práce stejné intenzity rychleji. Trénovaný jedinec má také menší kyslíkový deficit i kyslíkový dluh při stejném zatížení a nižší krevní laktát.

7 Zátěžové testy ve freedivingu

Hned pro začátek je třeba poznamenat, že pro potápění na nádech je důležité, aby potápeč byl po fyzické i psychické stránce zdrav. Dokonce i běžné nachlazení znamená odložení potápění do doby, než se bude potápeč cítit lépe. Proto je nesmírně důležité před začátkem potápění absolvovat návštěva praktického lékaře, který zhodnotí celkový zdravotní stav. Především specialista ORL, kde se může vyskytnout nejvíce problémů. Zdravotní stav ne vždy dovolí potápeči, aby se věnoval svému potápění. Mezi *absolutní kontraindikace* (tj. absolutně nepřipustný stav k potápění) patří například:

- insuficience (špatná funkce) Eustachovy trubice, chronický zánět středouší
- závrativé stavy (Menierova choroba)
- zúžený nebo nevyvinutý zevní zvukovod
- nefunkční hrtan
- prasklý ušní bubínek

Relativní kontraindikaci (tj. stav nevhodný, ale možný k potápění, kdy jej však lékaři nedoporučují) představují:

- akutní či chronická rýma
- nosní polypy
- deformita nosní přepážky
- paresa n. facialis (obrna lícního nervu)
- kompletní zubní protéza
- opakující se zánět středního a zevního ucha
- jednostranná porucha sluchu
- stav po zlomenině obličejových kostí
- stav po radioterapii v oblasti hlavy a krku
- těžká migréna s prokázanými výpadky zorného pole
- příznaky postižení CNS a stav po cévní mozkové příhodě
- jakékoli další chronické či akutní choroby, nutno probrat vždy s odborníkem

Sebehodnocení celkového zdravotního stavu před potápěním:

Jsem nemocen, neužívám léky či látky, které mohou ovlivnit náladu, duchapřítomnost, vědomí, srdeční frekvenci apod.? Nemám rýmu nebo jinou infekci dýchacích cest? Nejsem dehydratován, vyčerpán či cítím celkovou nevolnost? Jsem v psychické pohodě?

Dále jsou tu potřeba provádět zátěžové testy, kdy při ponoru do malé hloubky v ideálních podmínkách zvládne prakticky každý, ale ideální podmínky se mohou rychle změnit v krizovou situaci, v které je vždy pod vodou potřeba udržet chladnou hlavu a rozumné uvažování.

Některé zátěžové testy slouží ke zjištění trénovanosti (výkonnosti) sportovce a jednak ke zjištění reakce (reakce fyziologické i patologické) organismu na zátěž, kdy ve freedivingu je ta zátěž na organismus vysoká. Zatímco určování výkonnosti slouží spíše pro objektivizaci fyzického stavu pro další zdokonalení tréninkového procesu, tak reakce organismu na zátěž může odhalit některé skryté chorobné stavy (poruchy srdečního rytmu, poruchy elektrického vedení v srdci, chorobné reakce průdušek na zátěž atd.). Zátěžový test tedy může odhalit většinu rizikových faktorů, které se mohou podílet na poškození (i náhlé smrti) zdraví při aktivním sportu, zátěžový test odhaluje ekg změny a tím i podezření na ischemickou chorobu srdeční. Tyto změny se zjišťují pouze v laboratorních podmínkách, kdy pro freedivera je nejvhodnější použití zátěžového testu na bicyklovém ergometru.

Kdy testovat:

Pomocí testů může trenér ověřit všestrannou připravenost svěřenců několikrát do roka. Důležité je provádět testování přesně podle popisu, aby výsledky byly dlouhodobě srovnatelné a aby bylo možné sledovat zlepšení nebo zhoršení. U freediverů je dlouhodobost testování velice důležitá zejména kvůli kontrole výkonnosti a funkčnosti organismu. Není vhodné tyto testy provádět týden před závodem, jelikož v tomto období musí freediver relaxovat. Testování je věc důležitá, a pro sledování vývoje sportovce nezbytná. Slouží také k důležité zpětnovazební informaci. Optimální doba provádění testů se zdá být v intervalu po půl roce dobrým kompromisem. V půl ročním časovém intervalu jsme schopni posoudit sledované změny v organismu (fyziologická hypertrofie, sportovní bradykardie, systolický objem srdeční, minutový srdeční objem, krevní tlak). Tyto dva testy v průběhu roku jsou doporučované minimum, které je ideálem jak pro malou časovou náročnost tak i finanční.

7.1 Laboratorní testy

Zátěžové testy v laboratorních podmínkách se provádí za standardních podmínek, aby se daly kdykoliv opakovat a porovnávat mezi sebou. Výhody laboratorních testů je přesné stanovení velikosti zatížení a již výše zmíněné standardní laboratorní podmínky. Nevýhody odlišný pohybový stereotyp jak např. freediveři na kole. To může mít za následek horší výsledek a také k tomu přispívá nervozita z neznámého prostředí.

Při testování freediverů se sledují dle Cinglové (2002) dva cíle:

- Zjistit zdravotní způsobilost k provádění ponorů.
- Posoudit úroveň trénovanosti, podle které se má ověřit kvalita tréninkového procesu a předpovědět úspěšnost v závodu.

Konkrétnějším cílem testování může být (Bartůňková, 1999):

- Stanovení energetické náročnosti jednotlivého pohybového výkonu, sportovního tréninku či běžné denní aktivity pomocí různých dotazníkových metod.
- Stanovení funkční (energetické) náročnosti daného pohybového výkonu některými dobře měřitelnými funkčními nebo biochemickými ukazateli. Nejčastěji používané jsou některé kardiopulmonální parametry (např. SF, VO₂ apod.) či koncentrace některých látek v krvi nebo v moči (laktát, urea, ionty, hormony ad.).
- Sledování různých reaktivních a adaptačních fyziologických změn v organismu v závislosti na čase (před, při nebo po výkonu), na charakteru zatížení (cyklická a acyklická činnost, dynamická a statická práce, různá intenzita zatížení atd.).
- Testování jedince, tj. posouzení funkčních a biochemických změn, které doprovázejí určitý standardní pohybový výkon, doplněný srovnáním se známými populačními normami (netrénovaných osob) či s výsledky jedinců trénovaných.

Zajímavostí je, že v roce 2005 v Kanadě probíhalo laboratorní testování, které po 12 týdnů sledovalo psychofyziologické přizpůsobení potápěčů. Neinvazivní výzkum testování studoval následující:

- Měření funkce plic
- Kardiovaskulární měření
- Monitorování krevního tlaku
- Maximální spotřebu kyslíku

Testování zahrnovalo jak schůzky, tak i testování v bazénu. Tato klinika byla určena ke zvýšení účastníků fyziologických a psychologických schopností spolu s technikou potřebnou být kompetentním potápěčem. Rozšířený Freediver Program zahrnoval následující:

- Bezpečnost a řešení problémů řízení
- Vyrovnávací vybavení pro Freediving
- Fyzika a fyziologie freedivingu
- Dýchání a relaxace pro Freediving
- Techniky povrchového plavání
- Dýchací a povrchové potápěcí techniky
- Plavání pod vodou
- Konstantní Štěrk a free immersion
- Statická a dynamická apnea
- Soutěžní dovednosti a pravidla

Dále bylo využito testování VO₂ Max, který měří schopnost těla využívat kyslík při práci nebo také nazývána jako maximální dosažená spotřeba kyslíku. Zaznamenává se objem vzduchu proudící dovnitř a ven přes masku a pak také podíl O₂ a CO₂. Právě toto testování probíhalo na výše zmíněném **bicyklovém ergometru**.



Obrázek 2 – testování na bicyklovém ergometru

Dále se provádějí laboratorní testy nazývané se **testy náklonu stolu**, které slouží jako léčený postup k diagnostice dysautonomie nebo synkopy. Freediveri s příznaky závratí nebo točení hlavy, s nebo bez ztráty vědomí (mdloby), podezření, které souvisí s poklesem krevního tlaku nebo tachykardií jsou vhodnými kandidáty na testování. Proto je test na nakloněné rovině významným prvkem vyšetřovacího postupu při výše uvedených potížích. Umožňuje totiž poměrně věrně imitovat změnu polohy pacienta z horizontální do vertikální polohy se všemi doprovodnými jevy, ať už v oblasti hemodynamiky nebo subjektivních pocitů.

Postup vyšetření:

- Při polohovém testu freedivera vystavujeme ortostatickému stresu za pečlivého monitorování.
- krevního tlaku (TK), tepové frekvence (TF), EKG křivky a stavu vědomí
- Vyšetřovací místo musí být tiché s tlumeným světlem, příjemnou teplotou.
- Samotné vyšetření začíná klidovou fází. Po 20 - 45 minutách odpočinku ve vodorovné poloze na polohovacím lehátku pacienta nakloníme do požadovaného sklonu lehátka. Obecně akceptovaný je úhel 60-80 stupňů.

- Za průběžného monitorování TK, TF, EKG křivky se sleduje pacientův stav vědomí a vedeme písemný záznam co 2-3 min.
- Doba naklonění je 30-45 min. Tato fáze naklonění se nazývá pasivní, protože na ní může navazovat ještě fáze aktivní. Při ní, v určitých indikovaných případech může být vyšetřované osobě aplikováno léčivo (preferujeme nitroglycerin), které může dále posílit provokaci hemodynamických změn, které vedou k synkopálním stavům.
- Aktivní fáze trvá dalších 10-20 minut. Test je ukončen v případě negativity dosažením uvedených časových limitů. V případě positivity dosažením signifikantních hodnot sledovaných změn (pokles TK, TF, poruchy vědomí) tak, jak je uvádí následný přehled výsledků polohového testu.



Obrázek 3 - laboratorní testy nazývající se testy náklonu stolu

Dalším zátěžovým testem, který je nezbytný u freedivingu je tzv. **diving reflex**. Při zadržení dechu a ponoření obličeje do vody se rozjede přirozená reakce, kterou nazýváme diving reflex. Její součástí je zpomalení srdeční frekvence a zúžení cév ve svalech a kůži. Oběh se centralizuje, tzn. krev poháněná srdcem koluje hlavně životně důležitými orgány, jako jsou srdce, plíce a mozek, něco málo protéká také ledvinami a

slezinou. Toto všechno se děje za účelem zachování života a ušetření kyslíku pro mozek, který bez kyslíku nedokáže pracovat na rozdíl od svalů. Projev bradykardie, zpomalení srdečního rytmu, při diving reflexu je také často měřen při sportovní prohlídce potápěčů, kdy má potápeč tvář ve vodě s ledem.

Nejvíce používané anaerobní testy:

- Wingate test – anaerobní test s maximálním úsilím na izokinetickém bicyklovém ergometru s délkou trvání 30s, hodnotí se vykonaná práce, maximální výkon a index únavy
- výskoková ergometrie (Boscuv test)
- Force-Velocity test – anaerobní test, stávající se z několika 7mi sekundových sprintů na bicyklovém ergometru
- Testy anaerobní kapacity – sprint na běhátku (Kindermannův test, Cunninghamův test, Faulknerův test), během těchto testů se měří čas, po dobu kterou testovaný vydrží udržovat určitou rychlost
- Agility test
- Izokinetický test – tento test umožňuje testovat základní svalové charakteristiky (sílu, rychlost) a vztah mezi výkonem rychlostí
- Měření kyslíkového deficitu a kyslíkového dluhu při spiroergometrii (EPOC = post exercise conspution) – analýza vydechovaného a vdechovaného vzduchu – měření koncentrace kyslíku

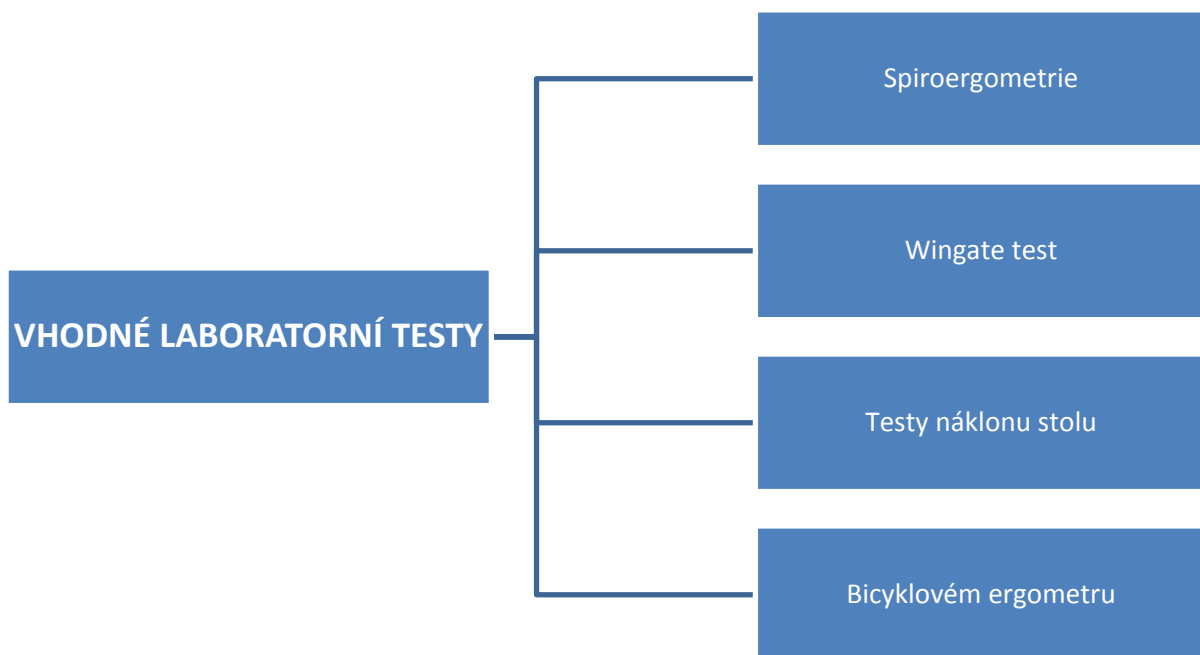
Z těchto testů je vhodný pro freedivery **Wingate test**, který se provádí se na izokinetickém bicyklovém ergometru, kdy během 30s testu se sportovec snaží překonávat odpor (7,5 N/kg) maximálním úsilím v průběhu testu se zpravidla výkon postupně snižuje hlavními ukazateli funkční („anaerobní“) zdatnosti jsou:

- práce vykonaná za 30 s
- nejvyšší dosažený výkon
- průměrný výkon

Z aerobních testů je hlavně **spiroergometrie** se stanovením VO₂max a určení úrovně ANP (ventilační práh). Anaerobní práh“ (ANP) je kvantitativním vyjádřením schopnosti využívat co nejvyšší podíl kyslíku při déle trvajícím zatížení, což je právě

důležitý ukazatel, proč freediveři využívají právě tento test. Jinak řečeno, chtějí zjistit maximální množství kyslíku, který organismus je schopný přijmout a využít za minutu pro pracující svaly.

Výsledek testů závisí jednak na osobě vyšetřovaného (pohlaví, věk, somatické předpoklady, zdravotní stav, psychické faktory) a dále testy také ovlivňuje prostředí laboratoře (teplota, tlak, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu), denní doba i metodika prováděného testu.



Obrázek 4 – vhodné laboratorní testy

7.2 Terénní testy

Základní motorické testy rozdělujeme podle toho, jakou pohybovou schopnost chceme testovat. Výhody terénních testů jsou známé podmínky – atletický stadion, sportovní hala, atd., identický pohybový stereotyp a přímé použití v tréninku. Nevýhody jsou, že je relativně nepřesné stanovení zatížení, problém s přesností měření a nestálé

podmínky vlivem okolí. Základní testy motorických schopností, s kterými se běžně v praxi setkává a jestli jsou pro freedivery užitečné.

Testy rychlostních schopností:

- testy reakční rychlosti (podněty akustické, vizuální, taktilní)
- testy akční rychlosti: tapping rukou, nohou
- běh na 50m, 60m s pevným startem (maximální rychlost)
- běh na 20m, 30m s letným startem (maximální rychlost)
- člunkový běh

Testy rychlostních schopností se ve freedivingu velice málo vyskytují, protože freediving je spíše vytrvalostním sportem, proto testování rychlosti by bylo kontraproduktivní. Vzhledem k tomu, že rychlostní schopnosti nejsou zdaleka tak důležité jako ostatní schopnosti.

Testy silových schopností:

- testy statické síly (výdrž ve shybu)
- testy výbušné síly: skok daleký z místa, vertikální výskok
- testy vytrvalostní síly (po dobu 30s, 1min): leh-sed, kliky, shyby

Z testů silových schopností jsou nejvíce důležité testy vytrvalostní síly a statické síly, protože pro freedivera je důležitá nitrosvalová koordinace, která by bez posilování hlubokého stabilizačního systému nebyla možná. Dále síla dolních končetin převyšuje horní končetiny, protože se musí vypořádat s odporem vody a také jsou primární hnací silou.

Testy vytrvalostních schopností:

- Cooperův test (12min běh)
- distanční běh (800m, 1000m, 1500m, 2000m apod.)
- 2km chůze

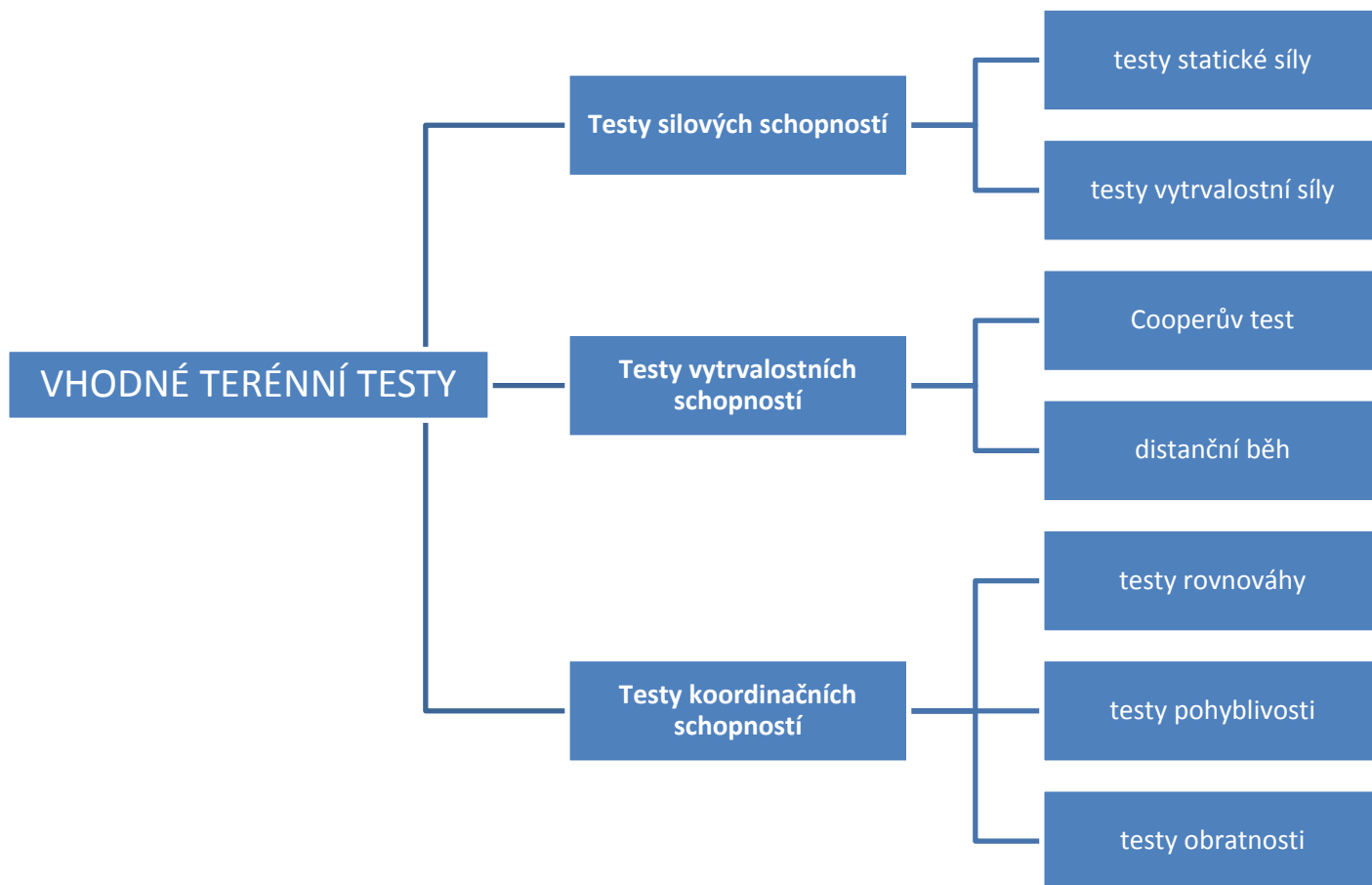
Předpokladem obecné vytrvalosti, která se projevuje ve funkcích srdečně oběhového aparátu, která je např. velká aerobní kapacita, je velice významná pro výkon ve freedivingu, protože se řadí mezi vytrvalostní sporty.

Testy koordinačních schopností:

- testy obratnosti: přeskoky přes tyč
- testy rovnováhy: výdrž ve stoji jednož, oči zavřené
- testy pohyblivosti: dotyk prstu za zády, hluboký předklon na zvýšené ploše, hluboký předklon v sedu

Freediver se musí správně naučit koordinovat pohyby na souši i ve vodě, aby zamezil zbytečným pohybovým energetickým ztrátám vlivem pohybových souhybů např. správná koordinace zvyšuje rychlost a dostane se tak freediver za poměrně krátký časový úsek do větší hloubky. Také by se měl věnovat strečinku jednotlivých částí těla pro uvolnění těla.

Terénní testy, při nichž se sleduje odezva na specifickou zátěž ve sportovním prostředí, vyžadují speciální přístrojovou přenosnou techniku. Využití těchto přístrojů v terénu pomůže vyhodnotit fyzický stav organismu ve specifických pracovních podmínkách či při sportovních dovednostech. Mezi základní patří záznam SF pomocí sporttestrů, případně určení „cirkulačního prahu“ pro hodnocení fyzické zdatnosti. Běžně se také v praxi využívá přenosných laktátoměrů pro zjišťování koncentrace hladiny La v krvi. Nejmodernější telemetrické analyzátory vzduchu dokonce umožňují hodnotit reakci organismu při zátěži, co se týče ventilačních parametrů (příjem kyslíku - VO₂, dechová frekvence - DF, minutová ventilace - VE, poměr respirační výměny - R apod.). Výhoda spočívá v tom, že poznáváme co se děje s freeriderem při jeho vlastním výkonu. Anaerobní práh, stanovený např. při plavání, je opravdu použitelný pro plánování plaveckého tréninku. Což o anaerobním prahu plavce z bicyklové ergometrie se říci nedá.



Obrázek 5 – vhodné terénní testy pro freedivery

Výkon freedivera může ale trvat několik minut, ti nejlepší vydrží plavat se zadržným dechem přes 4 minuty. Samozřejmě intenzita pohybu při plavání na nádech, ať už do hloubky nebo v bazénu, není zdaleka tak vysoká jako při plaveckém sprintu. Freediveři tedy trénují svoje svaly při pohybu se zadržným dechem a někdy i na čas. **Zadržují dech při chůzi, chůzi do schodů, běhu, cvičení v posilovně** a samozřejmě hlavně **v bazénu**.

Možným tréninkem pro freedivery je bazénová a kardio příprava. Zvyšuje se aerobní i anaerobní kapacita společně se zlepšováním tolerance na nízkou hladinu kyslíku a zvýšenou hladinu oxidu uhličitého. Poté přichází na řadu technika a práce v hloubkách.

Výdrž na nádech se netrénuje jen zadržováním dechu, ale trénink zahrnuje hodně plavání, jízdy na kole, dechových cvičení a prvků jógy. Jóga navozuje klid, a naučí správně relaxovat a dýchat.

Veškerým zátěžovým testům potápěče pro potápění na nádech musí předcházet absolvování základního kurzu pod vedením dobrého trenéra, který dokáže vysvětlit principy nádechového potápění a možnosti našeho organismu. Nejdůležitějším pravidlem je „nikdy se nepotápět sám“.

LABORATORNÍ TESTY Z HLEDISKA FREEDIVINGU		
DOPORUČENÉ	VHODNÉ	MÉNĚ VHODNÉ
Spiroergometrie (slouží k zjištění funkční odezvy organismu na zátěž, pro freediverů je důležité zjistit maximální spotřebu kyslíku a vitální kapacitu plic)	Běžecký ergometr (využívá testování VO2 Max, který měří schopnost těla využívat kyslík při práci, který je pro freediving méně vhodný než bicyklový ergometr, z důvodu větší náročnosti)	Wingate test (test slouží k zjištění rychlostně-silových schopností, proto ho řadím k méně vhodným freediving)
Bicyklový ergometr (využívá testování VO2 Max, který měří schopnost těla využívat kyslík při práci, což je důležitá hodnota u freediverů)		
Testy náklonu stolu (je důležitý pro odhalení příznaků závratí, točení hlavy a ztráty vědomí, které jsou pro freediving nebezpečné)		

Tabulka 3 – Doporučené, vhodné a méně vhodné laboratorní testy pro freediving

TERÉNÍ TESTY Z HLEDISKA FREEDIVINGU		
DOPORUČENÉ	VHODNÉ	MÉNĚ VHODNÉ
Testy vytrvalostní síly (vytrvalost je primární schopnost u freedivera)	Cooperův test 12 min. (neodpovídá časovému intervalu, který je u freediving cca 4 min.)	Testy reakční rychlosti (rychlostní schopnosti nejsou prioritní pro rozvoj u freediverů)
Test statické síly (statická síla je považována za základ silových schopností, která napomáhá k rozvoji hlubokého stabilizačního systému, který je významný u freediverů)	Testy pohyblivosti (aby bylo dosaženo optimálních úsporných pohybů, musí být freediver dostatečně protažený)	Testy akční rychlosti (rychlostní schopnosti nejsou prioritní pro rozvoj u freediverů)
Testy obratnosti (obratnost je jednou z klíčových pohybových schopností, která umožňuje freediverovi šetřit energetický výdej)	Distanční běh (běh přímo nesouvisí s tréninkem freedivingu)	Běh na 50m, 60m s pevným startem (rychlostní schopnosti nejsou prioritní pro rozvoj u freediverů)
Testy rovnováhy (patří do všeobecné obratnosti, která je jednou z klíčových pohybových schopností pro freediving)		Běh na 20m, 30m s letným startem (rychlostní schopnosti nejsou prioritní pro rozvoj u freediverů)
		Člunkový běh (rychlostní schopnosti nejsou prioritní pro rozvoj u freediverů)
		Testy výbušné síly (freediveři využívají většinou pomalé vedené pohyby)

Tabulka 4 – Doporučené, vhodné a méně vhodné terénní testy pro freediving

8 Závěr

Hlavním úkolem práce bylo teoreticky popsat a ucelit téma zátěžových testů, jejich význam a možné uplatnění ve freedivingu. Jednotlivé kapitoly byly řazeny za sebe tak, aby postupně logicky navazovaly a nastínily celou problematiku odpočátku.

Cílem práce bylo ověření, uplatnění a využití zátěžových testů. Z dostupné literatury a zdrojů vyšel výsledek takový, že pro freedivery je vhodné zařazování zátěžových testů jak laboratorních tak terénních a to každý půl rok. Testy se uplatňují nejen dlouhodobě u závodních potápěčů, ale také u neprofesionálních freediverů, aby se předešlo zdravotním problémům. Laboratorní testy pomáhají kontrolovat detailní fyziologický rozbor, terénní zase pohybové schopnosti. Dalším cílem práce bylo seskupit informace problematiky zátěžových testů, čehož bylo dosaženo formou studování dostupné odborné literatury a internetových zdrojů a jejich shromáždování.

Freediveři se mohou na základě testování zaměřit na určitou složku svého výkonu, která je poté vyhodnocena. A díky zpětnovazebné informaci, které výsledky poskytují, můžeme zařazovat změny v tréninku.

Terénní a laboratorní testování má svoje výhody i nevýhody. Některé z pohledu finančního, další z pohledu zátěže na testovaného. U zátěžových testů v potápění na nádech je nutné brát ohled na možná rizika pod vodou, kterými jsou nejčastěji barotraumata, ztráty vědomí, edém plic, svalové křeče, podchlazení aj. V závislosti na těchto nebezpečích je vhodné potápěče testovat.

Přínosem této práce je ucelení informací o využití zátěžových testů v potápění na nádech a snaha dopomoci k lepší orientaci v této problematice. Tato práce byla sepsána se snahou rozvinout diskusi o problematice, neboť téma se bezesporu dotýká každého potápěče a velká většina dostatečně nezaregistrovala její důležitost. Ověření a výzkum jednotlivých zátěžových testů by mohl být samostatným tématem pro další rozšíření této práce.

9 Seznam literatury

1. BARTŮŇKOVÁ, S. a kol. *Praktická cvičení f fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Karolinum, 1996. ISBN 80- 7184- 274- 5.
2. BARTŮŇKOVÁ, S. a kol. *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Karolinum, 1999. 83 s. ISBN: 80-7184-274-5.
3. CINGLOVÁ, L. *Vybrané Kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. Praha: Karolinum, 2002. 199 s. ISBN: 80-246-0492-2.
4. CINGLOVÁ, L. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978- 80- 246- 1778- 7.
5. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.
6. DVOŘÁKOVÁ, Z. & SVOZIL, Z. *Potápění: základy potápění, výcvik a vybavení, potápěčské sporty. I. vyd.* Praha: Grada, 2005, 97 s. ISBN 80-247-1100-1.
7. EXNER, D. *Freediving – Co je freediving*. Freediving.cz [online]. 2008 [cit. 2013-08-28]. Dostupné z: <http://www.freediving.cz/category/1-Co-je-freediving/>.
8. EXNER, D. *Freediving – disciplíny*. Freediving.cz [online]. 2008 [cit. 2013-08-28]. Dostupné z: <http://www.freediving.cz/post/130-Freediving-discipliny/>.
9. EXNER, D. *Freediving – Vybavení*. Freediving.cz [online]. 2008 [cit. 2013-08-28]. Dostupné z: <http://www.freediving.cz/category/2-Vybaveni-/>.
10. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80- 7184- 875- 1.
11. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část- 1. Díl*. Praha: FTVS UK, 1993. ISBN 80- 7066- 815- 6.
12. HELLER, J. & VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978- 80- 246- 1976- 7.
13. HELLER, J. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část- 3. Díl* Praha: Karolinum, 1996.
14. HELLER, J. *Laboratory Manual for Human and Exercise Physiology*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978- 80- 246- 1821- 0.
15. HOLZAPFEL, R., B. *Richtig Tauchen*. München : BLV, 1995. 128 s. ISBN 3-405-14791-3.
16. HONDZA, P. *Tělovýchovné lékařstvo*. Martin: Osveta, 1988.
17. KÄSINGER, H. & MUNZINGER, P. *Šnorchlování*. 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2004, 159 s. ISBN 80-723-2230-3.
18. KATZ, P. *Potápěčská technika*. [1. vyd.]. Praha: Naše vojsko, 1979, 230 s.
19. KUČERA, M. & DYLEVSKÝ, I. a kol. *Sportovní medicína*. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80- 7169- 725- 7.

20. MACDOUGALL, D., J., WENGER, A., H. & GREEN, J., H. *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Canada: Human Kinestics books, 1991. ISBN 0- 87- 322- 3004.
21. MÁČEK, M. & MÁČKOVÁ, J. *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: ONYX, 1995. ISBN 80- 85228- 20- 3.
22. MÁČEK, M. & VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1980.
23. MÁČEK, M. & VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1988.
24. MARTENS, R. *Successful Coaching*. Champaign (Ill.): Human Kinetics, 1997.
25. MAŤÁK, J. a kol. *Malá škola potápění*. Praha: MODELA, ÚV Svazu pro spolupráci s armádou, 1977.
26. MELICHNA, J. *Fyziologie tělesné zátěže: Speciální část*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1995, 162 s. ISBN 80-718-4039-4.
27. MOUNTAIN, A. *Potápění*. dopl. a přeprac. vyd. Praha: Svojtka, 1998, 160 s. ISBN 80-7237-134-7.
28. Muni.cz [online]. 2009 [cit. 2013-08-28]. Kapitoly sportovní medicíny. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-zatezove-testy.html>.
29. PAŘÍZKOVÁ, J. *Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi*. *Medicina Sportiva*, 1998, roč. 7, č. 1, s. 1 - 6. ISSN 1210- 5481.
30. PLACHETA, Z. a kol. *Zátěžová funkční diagnostika a ordinace pohybové aktivity ve vnitřním lékařství*. Brno, 1992. ISBN 80- 210- 0427- 4.
31. SEMIGINOVSKÝ B. *Praktická cvičení z fyziologie pohybu a pohybového výkonu*. Praha: UK FTVS, 1988.
32. SCHINCKOVI, A. a P. [z německého originálu ... přeložil Vítězslav ČÍŽEK]. *Potápění: výstroj, rizika, potápěčské kurzy*. 1. vyd. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 80-723-4704-7.
33. SOMERS, L., H. *Open Water Scuba Diver*. International Association of Nitrox and Technical Divers, Inc., 1997.
34. VONDRÁŠEK, D. *Metodika potápění na nádech* Praha, 2011. 75 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Miloš Fiala.
35. VRBOVSKY, V., JAHNS, J., ŠTĚTINA, J., RŮŽIČKA, A., NACHTIGAL, M. & HRDINA, M. *Potápění s přístrojem*. Praha: Svaz potápěčů české republiky.