

MASARYKOVA UNIVERZITA
FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ
KATEDRA KINEZIOLOGIE

Efekt cvičení s Flexi-barem v termografickém obraze

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

prof. MUDr. Jan Novotný, CSc.

Vypracovala:

Bc. Vendula Řeholová

UTV (SE)

Brno, 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a na základě literatury a pramenů uvedených v použitých zdrojích.

V Brně dne

podpis

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce prof. MUDr. Janu Novotnému, CSc., za trpělivost, vstřícnost a podporu při tvorbě této práce. Dále děkuji Mgr. Štěpánovi Vystrčilovi, za možnost využití hodin TV k potřebnému měření žáků. Velký dík patří také žákům 6. A a 6. B CMcZŠ v Brně, kteří ochotně spolupracovali a ke cvičení přistupovali zodpovědně.

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod..... | 6 |
| 1. Flexi-Bar..... | 8 |
| 1.1. Účinek FLEXI-BARU..... | 10 |
| 1.2. Vlastnosti vibrační tyče Flexi-bar..... | 11 |
| 1.3. Jak Flexi-bar používat..... | 12 |
| 1.4. Pro koho je Flexi-bar vhodný..... | 14 |
| 1.5. Typy Flexi-barů..... | 15 |
| 1.6. Možnosti využití Flexi-baru..... | 16 |
| 2. Cvičení s Flexi-barem v období staršího školního věku..... | 17 |
| 3. Anatomické poznatky o svalech zapojovaných u cvičení s Flexi-bar..... | 19 |
| 3.1. Mm. Dorsi (zádové svaly)..... | 19 |
| 3.1.1. Povrchová a střední vrstva zádoých svalů..... | 20 |
| 3.1.2. Hluboká vrstva zádoých svalů..... | 22 |
| 3.2. Svaly dna pánevního..... | 27 |
| 3.3. Břišní svalstvo..... | 27 |
| 3.3.1. Ventrální skupina..... | 28 |
| 3.3.2. Laterální skupina..... | 29 |
| 3.3.3. Dorsální skupina..... | 30 |
| 4. Přeměna energie ve svalech..... | 31 |
| 4.1. Termoregulace..... | 34 |
| 5. Termografie..... | 36 |
| 5.2. Termografie ve fyziologii..... | 38 |
| 5.3. Termografie v medicíně..... | 38 |
| Empirická část..... | 40 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 6. Cíl práce a vědecké otázky | 41 |
| 7. Příprava výzkumného řešení | 42 |
| 7.1. Charakteristika skupiny | 42 |
| 7.2. Metodika práce | 43 |
| 8. Výsledky a diskuze | 48 |
| 8.1. Shrnutí empirické části | 67 |
| Závěr | 70 |
| Seznam použitých zdrojů | 72 |
| Přílohy | |
| Resumé | |

Úvod

V dnešní době trápí velké množství populace bolest zad, přetížení jedné z částí těla (krční partie), špatné držení těla, snížená pohyblivost, svalová slabost... Většina lidí takové pocity dnes a denně zažívá. Dlouhou dobu se těmto lidem pomáhá pasivními a monotónními metodami. Výsledkem je pouze mírné zlepšení, což pro pacienty není vhodné řešení. Dochází ke ztrátě motivace pokračovat v dalších zdlouhavých procedurách. Cvičení s Flexi-Barem je pro současnou uspěchanou dobu relativně vhodným řešením bolestí pohybového aparátu. Flexi-bar je cvičební pomůcka, kterou si může každý pořídit, naučit se pouze několik základních cviků a každý den aktivovat svalstvo a protáhnout své tělo. (Gunsch, 2009)

Vibrační tyč Flexi-Bar je multifunkční pomůcka vhodná k troj-rozměrnému cvičení. Slouží k procvičení celého těla, pozvolna aktivuje rezervy nevyužité síly a zároveň pomáhá k dlouhodobému zlepšení celkové fyzické kondice. Podle Mueller-Wolfahrta nestimulují vibrace kmitací tyče Flexi-bar pouze jednotlivé svaly, ale celé svalové skupiny. Cvičení je považováno za tzv. funkční trénink. (Gunsch, 2009)

Uvádí se, že pravidelný trénink s náčiním Flexi-bar je prevencí proti bolestem zad. Cvičení je možno provádět v různých polohách - ve stoji, v sedu, v pohybu celého těla i v rovnovážných pozicích. Účinný je také pro nápravu chybného držení těla a posílení ochablého hlubokého svalstva. Zlepšení senzomotorických vlastností je motivací pro všechny. (www.flexi-bar.cz – a)

Způsobem hledání odpovědi na otázku a řešení problému identifikace aktivních svalů nebo svalových skupin bude zjišťováno použitím infračervené termografie, protože je známa skutečnost, že rozložení teplot na povrchu kůže zad je výsledkem tvorby tepla v hlubších tkáních pod kůží. Pracující svaly přeměňují přibližně 3/4 chemické energie na energii tepelnou a tato energie se šíří v podobě infračerveného záření do okolí

Za konkrétní vědecký problém bude považován efekt s objektivním průkazem a identifikací svalů zad, které jsou metabolicky aktivní při cvičení s Flexi-barem. Za vědeckou otázkou bude zjišťováno, které svaly zad jsou metabolicky aktivní při cvičení s Flexi-barem.

Závěrečná diplomová práce je psána s cílem ukázat pomocí termovize, jaké svaly jsou lidé schopni při cvičení zapojit. Bude zajímavé sledovat, jak fotoaparát termovize zaznamená účinek, protože cvičení s Flexi-Barem je zaměřeno na hluboký stabilizační systém.

Výzkum diplomové práce bude založen na jedné cvičební jednotce s Flexi-barem. Předem vybraní žáci základní školy ve věku 12 let budou v hodině tělesné výchovy provádět 30 minut trénink s Flexi-barem. Infračervenou termografií budou vyfotografováni před cvičením, okamžitě po cvičení, poté 2x v 15 min. intervalech po cvičení (15, 30 min.). Velmi důležité je, aby chlapci cvičili oblečení pouze do půl těla, protože teplotu těla nemůže ovlivňovat vrstva oblečení.

Předpokládá se, že termografie dokáže, že při cvičení s Flexi-barem se zapojují svaly zad, popř. horních končetin opravdu tak, jak praví příručky a metodické materiály. Zajímavé také bude zjistit, jakou měrou se tyto svaly zapojují. To bude zjištěno konkrétní teplotou jednotlivých částí svalů zad.

1. Flexi-Bar

Níže popsané informace jsou čerpány z internetových stránek www.flexi-bar.cz. Některé informace sice nejsou dokázány studiemi, ale vzhledem k tomu, že je Flexi-bar byl v Německu hodnocen velmi kladně osvědčením společnosti AGR i vyjádření Národní asociací německých odborníků na problémy se zády byl velmi pozitivní, považují níže uvedené informace za zcela regulérní.

Dnešní sedavý způsob života, špatná životospráva, velké pracovní nasazení, neúprosné životní tempo a stres narušuje psychickou a fyzickou rovnováhu organismu. Výsledkem je neustálé přibývání civilizačních chorob (ISCH, vysoký krevní tlak, obezita, ...). Z tohoto důvodu je velmi důležité celoplošně zvýšit pohybovou aktivitu naší populace.

Náčíní Flexi-bar (obr. 1) je vhodné pro všechny věkové kategorie, pro začátečníky i pokročilé. Flexi-bar pracuje na bázi izometrické kontrakce – sval posiluje, ale nemění jeho délku. Cvičení lze zařadit i do tréninku vrcholových sportovců, ale také jako vhodnou rehabilitační pomůcku pro pacienty.

„Schopnost tyče Flexi-bar přenášet na svalstvo silnější cvičební podnět při submaximálním cvičení se jeví slibně. Kmitání tyčí Flexi bar vytváří vibrace o velmi nízké frekvenci buď přímo pohybem tyče, nebo nepřímo zvětšením pohybu těla. Takto se zvýšila úroveň svalové aktivace při cvičení s tyčí Flexi-bar. V důsledku toho bylo docíleno většího rozvoje únavy (menší tvorba maximální izometrické síly při protažení kolene), což by možná mohlo zvýšit účinnost průběhu cvičení zvláště při rehabilitaci nebo u slabých jedinců, kde lze provádět pouze cvičení s nízkou intenzitou nebo krátkou dobou trvání.“ (Mileva K. N., Kadr, M., Amin, N., Bowtell, J. L., 2010)

Pomocí Flexi-baru lze zdokonalovat fyzickou kondici, zvyšovat sílu, vytrvalost, pohyblivost i koordinaci všech osob. Pravidelný trénink je považován za vynikající prevenci proti bolestem zad. Náčiní pomáhá stabilizovat trup, především páteř.

V dnešní době je k dostání mnoho různých modelů vibračních tyčí od různých výrobců. Flexi-bar je kmitací tyč vyráběná společností Flexi-sports. Jde o jedinou cvičební pomůcku pro cvičení zádových svalů v Německu, která získala označení “AGR Seal of Approval Osvědčení společnosti AGR”. Flexi-bar byl testován a doporučen Národní asociací německých odborníků na problémy se zády. Kladně hodnotilo cvičení s Flexi-barem také fórum “Lepší život díky zdravějším zádom”. (Gunsch, 2009)



Obr. 1: Flexi-bar (www.emirateshighstreet.com)

Flexi-bar působí v několika oblastech:

(Toufarová, n.d.)

- Stabilita – odolnost, pevná pozice. Zajišťují vnitřní svaly (svaly dna pánevního, bránice)
- Rovnováha – vnímání zajišťují smyslové orgány. Flexi-bar kmitáním neustále narušuje stabilní polohu těla
- Koncentrace – účelové myšlení. Na cvičení s Flexi-barem je třeba neustálé soustředění
- Koordinace – manipulace se 150 cm dlouhou tyčí a její rozkmitání v různých polohách i rovinách těla
- Pohybové vnímání – vibrace musí být tělem neustále vnímány. Flexi-bar nelze rozkmitat silou, ale trpělivostí

1.1. Účinek FLEXI-BARU

Účinek vibrační kmitací tyče Flexi-bar je komplexní, působí na celé tělo (obr. 2). Je dokázáno, že mechanické vibrace o nízké intenzitě (méně než 0,4g) a nízké frekvenci (méně než 50 Hz) lze tělem člověka přenášet. Je tedy zřejmé, že působení již zmíněných vibrací na pracující sval může posílit intenzivní a chronické neuromuskulární adaptace. Těch bylo dosaženo cvičením s nízkou intenzitou. Studie Mileva & kol. prokázala, že svalové vlákna vyvolávají okamžité doznívající a trvalé zlepšení svalové síly, výkonu i flexibility. Díky tomuto zjištění lze říci, že cvičení s Flexi-barem lze použít nejen pro zahřátí, trénink sportovců, ale slouží také jako terapeutický prostředek k rehabilitaci. Cvičení s Flexi-barem se zaměřuje na svaly stabilizující jádro, jako je např. přímý sval břišní, příčný sval břišní, široký sval zádový a vzpřimovač páteře. (Mileva, Kadr, Amin & Bowtell, 2010) V jedné z dalších studií o Flexi-baru se autoři práce zabývali, tím, že trénink s vibrační tyčí vede k výrazné spotřebě energie, nejen že cvičení účinkuje na svalstvo, ale lze se také zaměřit na snížení hmotnosti. (Dippert, Miller, Stengel & Kemmler, n.d.) Nejen, že působí mechanickou cestou, která je vnímána strukturou tkání, ale také nepřímo působí na proprioreceptory, které informují mozek o poloze, pohybu nebo změně polohy, vibracích a hlubokém tlaku. V neposlední řadě působí také na funkci pohybového systému přes exteroceptory, které umožňují povrchové čítí. (Toufarová, n.d.)

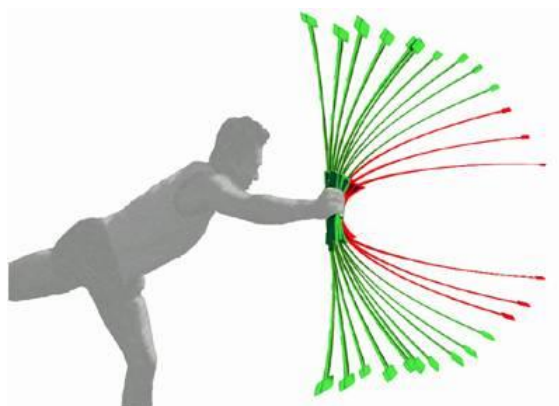


Obr. 2: Působení Flexi-baru (www.morebooks.de)

1.2. Vlastnosti vibrační tyče Flexi-bar

Tyč Flexi-bar (o hmotnosti 719 g, v délce 1520 mm) je cvičební pomůcka navržená německými fyzioterapeuty. Jde o tyč vyrobenou speciálním výrobním postupem z umělé hmoty, která je vyztužena skelným vláknem. Součástí je gumové držadlo uprostřed a gumové závaží na obou koncích. Princip fungování je takový, že při kmitání tyče Flexi-bar se gumové držadlo rozkmitá ve frekvenci o hodnotě 5 Hz a tyto vibrace se přes ruce, které Flexi-bar drží, přenesou do těla. Je velmi důležité dodržovat určité zásady cvičení, kterým lze předejít poškození tyče. Mohlo by dojít k prasknutí po udeření Flexi-baru o zem, popřípadě po velkém napružení při cvičení. Je povoleno kmitat pouze ve vyznačené zóně - tzv. zelená zóna (obr. 3). (Mileva, Kadr, Amin & Bowtell, 2010; www.flexi-bar.cz - a). Studie 3 – D cvičení s použitím tyče Flexi-bar s hlubokým účinkem udává obtížnost podle rozsahu kmitu: za jednoduché cvičení se považuje rozkmitání Flexi-baru v rozmezí 5 či 10°. Za středně obtížný je považován rozsah 10-20°,

veleobtížné kmitání je v rozmezí 20-50°, což je také považováno za maximální možný rozsah. (Gunsch, 2009)



Obr. 3: Zelená zóna (www.flexi-bar.cz - b)

„Empirická studie provedená výrobcem s více než 300,000 účastníky testu udává, že nejlepších výsledků funkčního proprioceptivního cvičení se dosahuje při frekvenci 4.6 hertzů (Flexi-Sports GmbH 2008). Tyto výsledky (Mnichovská universita, Laboratoř technického výzkumu) byly aplikovány na aktuální výrobní modely. V tomto ohledu by se mělo zmínit, že se na trh zatím dostalo také mnoho levných a podřadných imitací.“ (Gunsch, 2009)

1.3. Jak Flexi-bar používat

Internetový zdroj www.flexi-bar.cz o Flexi baru hovoří následovně. Prvním úkolem a hlavní podstatou tréninku s tyčí Flexi-bar je rozkmitání. Je velmi důležité, aby se tělo nevychýlilo. Při kmitání v těle začínají pracovat svaly zad, které jsou nezbytně nutné pro správné držení těla. Zapojují se také břišní svaly, svaly pánevního dna, paží a trupu a dochází k jejich posílení. Účinky jsou cítit již při prvním cvičení s vibrační tyčí Flexi-bar, především v oblasti zad. Flexi-bar je vhodné používat jako preventivní opatření. Pokud však člověk trpí chronickou bolestí zad, je vhodné do kompenzačního cvičení zařadit i tuto rehabilitační

pomůcku. Zahájení pohybu s vibrační tyčí Flexi-bar vyžaduje od každého míru koncentrace, které musí být doplněna stabilní polohou těla. Jedině tak je možné aktivovat tělo proti vyvolaným vibracím. Celé tělo musí být v základním napětí. Zapojuje se hluboké svalstvo v okolí kloubů, které rovněž slouží jako stabilizátory.

Používáním Flexi-baru dochází ke komplexnímu tréninku. Nepostradatelná pro cvičení s Flexi-barem je alespoň v malé míře síla, energie a aktivace nervového systému. Pouze na cvičenci záleží, jakou intenzitou Flexi-bar rozkmitá. Již po několika lekcích je vidět a ještě více cítit zdokonalení v několika důležitých vlastnostech těla (stabilita, koncentrace, rovnováha, ...) Jde o vlastnosti, které jsou důležité nejen pro vrcholového sportovce, ale především pro běžnou populaci, protože všechny tyto vlastnosti používáme při každodenních činnostech. Jestliže člověk disponuje těmito vlastnostmi, je tělesně dostatečně silný a odolný.

„Tato sklolaminátová tyč je velmi oblíbená u mých pacientů všech věkových skupin, obzvláště proto, že tento jediný tréninkový nástroj přináší v krátké době pozitivní léčebné výsledky díky snadno prováděným blokům cvičení. Jako jedinečná vlastnost tohoto přístroje by se měla zdůraznit schopnost stimulovat hluboké svalstvo. To, že tréninkové postupy založené na vibracích mají pozitivní a slibný účinek na svalstvo a jeho činnost, bylo prokázáno studiem rytmické neuromuskulární stimulace (RNS) (Rieger et al, 2003). Kmitací tyč díky svým vibracím vyvolává neobyčejně hlubokou reakci těla reflexivní vynaložení námahy v oblasti trupu, jehož jinak těžko dosáhnete, jelikož pro tuto oblast je univerzální přístup neúčinný. U tohoto druhu cvičení se proti vibracím, kterým je tělo vystaveno, aktivně zapojuje veškeré hluboké svalstvo zad, břicha a svalstvo obklopující pánevní dno. Cvičení se může dokonce zaměřit konkrétně na málo vyvinuté rozštěpené svaly, což dříve s konvenčními metodami silového tréninku nebylo možné (Mueller-Wohlfahrt & Schmidtlein, 2007).“ (Gunsch, 2009)

1.4. Pro koho je Flexi-bar vhodný

Flexi-bar je vhodný nejen pro širokou veřejnost, vrcholové sportovce, děti, seniory, ale také pro hendikepované lidi, kteří běžně používají horní končetiny. Z pravidla nezáleží na tom, zda klient trpí bolestmi zad nebo jí chce předejít. Pomocí Flexi-baru lze zlepšit fyzickou kondici v průběhu vrcholového či začínajícího tréninku. Jako rehabilitační pomůcka se Flexi-bar používá u pacientů. S kmitací tyčí Flexi-bar lze stejnými cviky trénovat a zvyšovat nejen sílu, ale také vytrvalost, pohyblivost i koordinaci na všech tréninkových úrovních. Díky cvičení dochází ke stabilizaci trupu a páteře. Zvyšování kondice a všech ostatních parametrů záleží pouze na míře rozkmitání Flexi-baru a na délce výdrže jednotlivých prováděných cviků. (www.flexi-bar.cz - c)

Bez povšimnutí nelze ponechat ani neustálou snahu o snižování hmotnosti. V důsledku dosažení také toho tréninkového cíle jsou v praxi využívány především aerobní formy tréninku, jako je chůze a běh. Tyto druhy jsou velmi náročné na časové úseky, protože dochází k používání velkých svalových skupin. Dochází sice ke zvýšené spotřebě energie a k pozitivním účinkům na výkonnost, ale objevuje se mnoho rizikových faktorů nejen oběhového systému ale hlavně z hlediska ortopedického, což je pro lidskou populaci nežádoucí. Při cvičení s Flexi-barem také dochází ke zvýšené spotřebě energie i k pozitivním účinkům na výkonnost, jsou však odbourány výše zmiňovaná rizika. (Dippert, Miller, Stengel & Kemmler, n.d.)

1.5. Typy Flexi-barů

(Gunsch, 2009)

- Tyč Flexi-Bar - Standard (obr. 4)

Jde o standardní provedení Flexi-baru v červené barvě, který je vhodný pro běžnou populaci. Využívá se k prevenci a odstranění bolesti zad.



Obr. 4: Flexi-bar – STANDARD (www.flexi-bar.cz – d)

- Tyč Flexi-Bar - Intenziv (obr. 5)

Modrý Flexi-bar je vyvinut speciálně pro léčbu obezity a problémy s váhou. Při cvičení je třeba vyvinout silnější švih, při kterém se tuk spaluje rychleji a účinněji.



Obr. 5: Flexi-bar – INTENSIV (www.flexi-bar.cz – d)

- Tyč Flexi-Bar – Athletic (obr. 6)

Pro pokročilé a zkušené sportovce byla navržena černá vibrační tyč Flexi-bar. S tímto Flexi-barem lze cvičit po zvládnutí cvičebních postupů se základním typem Flexi-baru (červený). Flexi-bar je tužší a tím dochází k větší zátěži.



Obr. 6: Flexi-bar – ATHLETIC (www.flexi-bar.cz – d)

- 4. Tyč Flexi-Bar - Kids

Zelená kmitací tyč je tvořena speciálně pro děti ve věku 7 - 14 let. Důvodem bylo zjištění vysokého výskytu špatného držení těla u dětí a mladistvých. Rozměry i váha je přizpůsobena dětským schopnostem.



Obr. 7: Flexi-bar – KIDS (www.flexi-bar.cz – d)

1.6. Možnosti využití Flexi-baru

Flexi-bar je možné využívat téměř při každé příležitosti:

- při fyzioterapeutické péči, případ od případu
- fyzioterapeutická rehabilitace (fyzioterapie i v následná domácí léčba)
- doma v soukromí
- ve fitness studiu nebo sportovním klubu
- v případě vlastního tréninku
- v mateřských školách (dětský Flexi-bar, cvičení pomocí básniček a dětských písniček)
- ve školách jako součást zdravotní tělesné výchovy
- konkrétně pro golfový nácvik (v praxi při fyzioterapii nebo na odpališti)

Obecně řečeno lze tento cvičební nástroj použít s vynikajícími výsledky v oblasti fyzioterapie, sportovní terapie, ortopedie, pooperační rehabilitace, traumatologie, neurologie, gynekologie a revmatologie i v oblasti preventivní nebo rehabilitační péče a při cvičení jednotlivců i ve skupinách. Lékaři s úspěchem používají tyto kmitací tyče při sportovní fyzioterapii přes 10 let. (Gunch, 2009)

2. Cvičení s Flexi-barem v období staršího školního věku

(Kučera, 2011, p. 18-20)

Tuto věkovou skupinu jsem si vybrala z mnoha důvodů. Jeden z hlavních byl, najít homogenní skupinu lidí, které by bylo možné testovat. Požádala jsem tedy učitele na jedné z brněnských základních škol o spolupráci. Byla mi nabídnuta skupina chlapců z 6. třídy.

Do období staršího školního věku je zařazováno více etap. První začíná dobou před pubertou, následuje období puberty a po ní. Je proto důležitá potřeba racionální pohybové stimulace. Dochází k hormonálním růstovým změnám, které regulují pohybovou aktivitu nejen kvalitativně, ale také kvantitativně. Anabolický efekt vyžaduje harmonické zapojení všech svalových struktur.

V tomto období má tělo velkou pohybovou potřebu a snahu provádět nejen organizovaný sport, ale také se rozvíjet ve sportech individuálních. Je ale potřeba mít na paměti, že zvláštností staršího školního věku je třeba respektovat a organizovaný trénink přizpůsobovat. Je třeba klást důraz na objem, kvalitu i kvantitu zatížení. I dodržování všech zásad může být pro dětský organismus v některých sportech nebezpečné nejen fyzicky, ale může se také stát psychickou překážkou. Popsaná situace se v dnešní době bohužel stává velmi často, protože sportovci v tomto věku jsou schopni zvládnout prakticky všechny pohybové prvky. Není ani vhodné se sportovním aktivitám vyhýbat. Dítě sport potřebuje a je vhodným doplněním volného času.

Projevy pubertální etapy vývoje jsou vyjádřeny potřebou pohybu. Objevuje se však i lehká stagnace v kinestetické a rytmické schopnosti, i toto je nutno respektovat ve všech typech sportovního odvětví. Následkem netolerance a nerespektování by mohlo vést k negativní psychické bariéře. Pohybová potřeba je dána také velkým nárůstem svaloviny a kostních změn. Právě tyto dvě složky přímo působí na pohyb. Proto je důležité omezit jednostranný pohyb, teoreticky i specializovaný trénink na úkor všestranného rozvoje.

U chlapců se zvyšuje zájem o cvičení silová, naopak dívky dávají přednost obratnostním sportům. V další fázi puberty dochází k mnoha změnám, např.:

fyziologický růst, sexuální zrání či emočně-sociální vývoj. Jsou znát vyzrálé pohyby v oblasti stability, lokomoce a manipulace jako předpoklad pro začlenění specializovaných pohybových dovedností.

Období po 12. roce je nazýváno obdobím částečné stagnace z hlediska koordinačních předpokladů. Velmi rychle poté dochází ke zdokonalení přesné koordinace rukou, což se projevuje ve zručnosti při přesné a rychlé práci. V tomto věku se procvičuje také schopnost úchopu, manipulace a uvolnění ruky. Adolescent se dostává do stádia, kdy lze procvičovat dominantní o nedominantní ruku. Uplatnění nachází při používání počítače, při zařazení do jednotlivých pohybových aktivit. Proto je vhodné i v tomto věku minimálně při všeobecné sportovní přípravě používat vibrační tyč Flexi-bar, u kterého se předpokládá, že nejen posiluje hluboký stabilizační systém a pomáhá ke správnému držení těla, ale rozvíjí také bilaterální dovednosti ruky. Flexi-bar by měl zabraňovat vzniku hypertrofie, deformace i patologickým deformacím, které se ve starším školním věku mohou objevit při nedostatečné všeobecné pohybové aktivitě.

3. Anatomické poznatky o svaích zapojovaných u cvičení s Flexi-bar

V následující kapitole jsou shrnuty předpokládané zapojované svaly při cvičení s Flexi-barem.

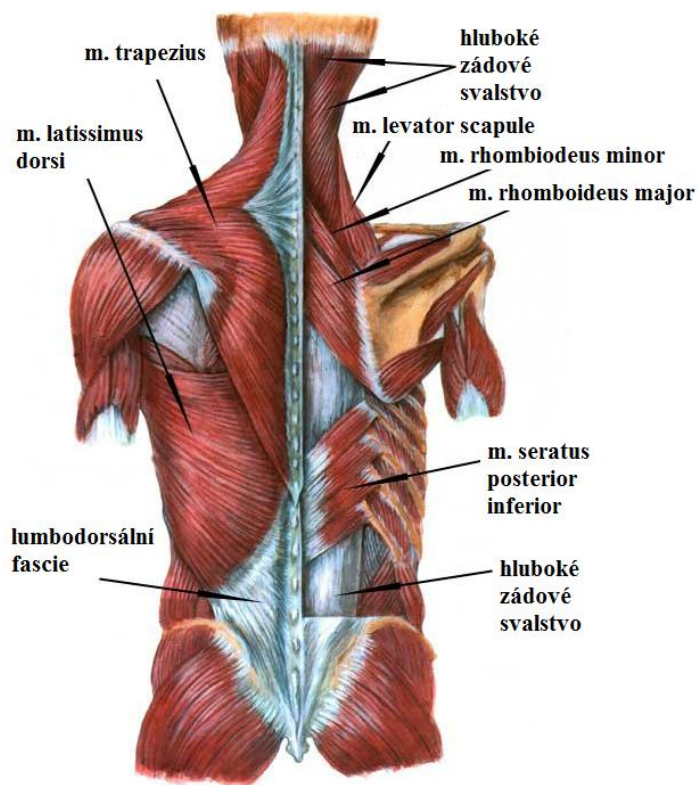
Honova ve svém článku představuje cvičební pomůcku Flexi-bar, která lze využívat ve fyzioterapeutické praxi s cílem aktivace hlubokého stabilizačního systému. Cvičení je možné používat i při nácviu stabilizace kloubu končetin. (Honova, 2012)

3.1. Mm. Dorsi (zádové svaly)

Zádové svaly se nachází na zadní straně těla a jsou děleny na dvě skupiny – povrchní a hluboké. Svaly na povrchu slouží především k větším a mocným pohybům, zatím co hlubší vrstva má především funkci posturální. Předpokládá se, že při používání vibrační tyče Flexi-bar se zapojují především svaly hluboké, proto jim bude věnováno v Diplomové práci více prostoru než svalům povrchním.

Povrchní skupina (obr. 8) je složena spíše z větších svalů a vznikla přesunem svalstva, které bylo původně uloženo na ventrolaterální straně trupu. Svalové snopce jsou zde uloženy celkem v pěti vrstvách. Nejvíce u povrchu je uložena skupina velkých a silných svalů psinohumerálních. Tyto svaly začínají na páteři a upínají se na pletenec pažní (humerus, papulu a klíční kost). Skupina svalů se nachází přímo pod kůží, kde není předpoklad přítomnosti tukového podkladu a může tak docházet při dlouhotrvajícím tlaku k vytvoření proleženin (Petrovický, 1995, p. 117). Další vrstvu svalů (obr. 9) tvoří svaly s horizontálním průběhem tzv. spinokostrální, které začínají na páteři a vedou směrem k žebrům, kde se také upínají. Objevuje se zde ještě hlubší vrstva. Jde o podélné svaly, které vedou těsně kolem páteře. (Naňka & Elišková, 2009, p. 58)

3.1.1. Povrchová a střední vrstva zádoých svalů



Obr. 8: Povrchová a střední vrstva zádoých svalů (www.medicina.ronnie.cz)

Spinohumerální skupina

M. trapezius (trapézový sval)

Trapézový sval je plochý, trojúhelníkového tvaru, který pokrývá horní část zad. Spojením pravé i levé části vzniká tvar kápě. Začíná na kosti týlní, šíjovém vazú a trnových výběžcích posledních krčních a všech bederních obratlích. Úpon svalu se nachází na lopatce a klíčí kosti. Podle průběhu snopců je sval dělen na tři části – descendentní (horní), transverzální (střední) a ascendentní (dolní). Za funkci trapézového svalu je považováno zdvihání pletence pažního a z části se také podílí na dorsální flexi hlavy. Díky tomuto svalu dochází k přitahování lopatky a pažního pletence k páteři. Dolní část svalu táhne pletenec pažní dozadu a dolů a podmiňuje vzpřímený postoj. (Dubková & Linc, 2011, p. 133)

M. latissimus dorsi (široký sval zádový)

Široký sval zádový se rozpíná v dolní polovině zad. Začátek svalu se nachází od trnových výběžků hrudních obratlů až po kost křížovou. V bederní a křížové části nezačíná sval přímo od kosti, ale od ploché široké šlachy tzv. aponeurózy. Ke svalu se dále připojují snopce od tří až čtyř posledních žeber a od zadní části hřebenu kyčelního. Široký sval zádový vede šikmo kraniolaterálně směrem do podpažní jamky. Sval zajišťuje stažení zdvižené paže dolů a volně visící paži přitahuje a rotuje směrem dovnitř. Mimo jiné je uplatňován při šplhu a je považován za pomocný sval dýchací. (Naňka & Elišková, 2009, p. 59)

M. lektor scapule (zdvihač lopatky)

Zdvihač lopatky začíná na příčných výběžcích prvních čtyř krčních obratlů a vede kaudálně, kde se upíná na stranu lopatky. Již název svalu napovídá hlavní funkci, kterou je zdvihání a přitahování lopatky. (Dimon, 2009, p. 158)

m. rhomboideus minor at major (velký a malý rombický sval)

Rombický sval tvoří velkou svalovou desku začínající od trnů dolních krčních obratlů a prvních čtyř hrudních obratlů. Úpon svalu se nachází na mediální straně lopatky. Důležitou funkcí zdvihače lopatky je mimo jiné přitahovat rotovanou lopatku a udržuje ji přiloženou k hrudníku. (Naňka & Elišková, 2009, p. 59)

Spinokostrální skupina

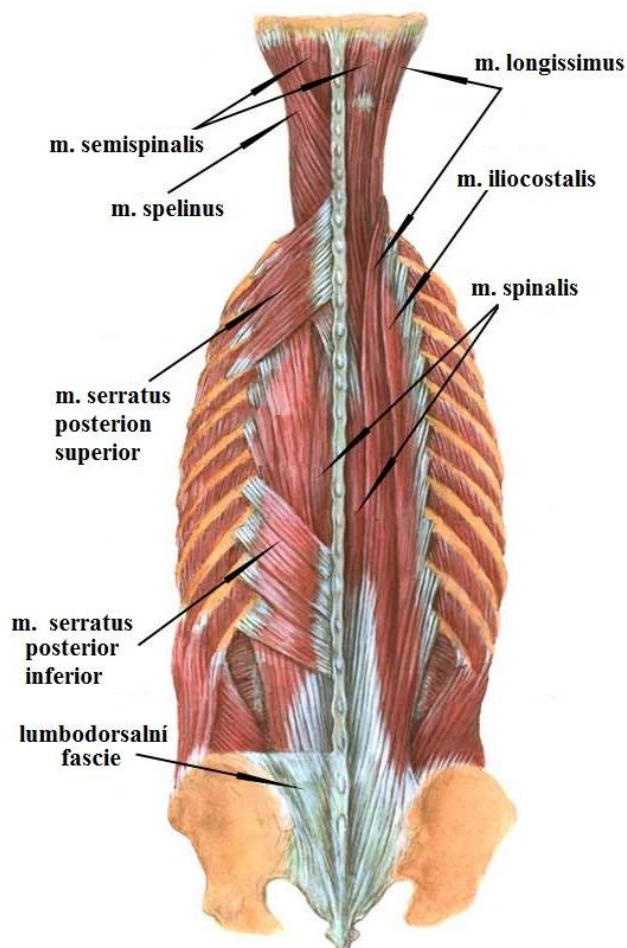
m. stratus posterior superior (zadní sval pilovitý horní)

Horní pilovitý sval začíná na spinálních výběžcích šestého a sedmého krčního a na prvním a druhém hrudním obratli. Vede směrem šikmo dolů, kde se aponeurózou upíná na druhé až páté žebro. Sval je řazen k dýchacím svalům a při kontrakci zdvihá žebra. (Mrázková, 1995, p. 118)

m. stratus posterior inferior (zadní sval pilovitý dolní)

Dolní pilovitý sval začíná na posledních dvou hrudních a prvních dvou bederních obratlech. Vede šikmo vzhůru a vně. Podobně jako horní pilovitý sval se větví a upíná se na poslední čtyři žebra. I tento sval je považován za sval dýchací, sklání žebra a je tedy svalem výdechovým. (Mrázková, 1995, p. 118)

3.1.2. Hluboká vrstva zádoých svalů



Obr 9: Hluboká vrstva zádoých svalů (www.medicina.ronnie.cz)

Hluboká vrstva zádových svalů má především posturální funkci. Je tvořena systémem extenzorů páteře a trupu. Svaly zde dle uspořádání a funkce členit do jednotlivých systémů, které jsou uloženy od povrchu do hloubky na systém spinotransversální a sakrospinální, na systém spinospinální, transversospinální a na krátké svaly zádové a hluboké šíjové svaly. (Naňka & Elišková, 2009, p. 60)

Spinotransversální skupina

Sakrospinální systém je uložen nejvýše a pouze v šíjové oblasti.

m. spelinus capitis, m. spelinus cervicis

Začátek svalu se nachází na dolních krčních, horních hrudních obratlích a šíjovém vaz. Svaly vedou vějířovitě vzhůru a upínají se na horních krčních obratlích a na bradovém výběžku. Sval je z části krytý trapézovým a rombickým svalem. Funkce těchto svalů spočívá v tom, že táhnou hlavu dozadu a podílí se na rotaci hlavy. Úkolem je také podpírání hlavy v usazení na páteř. (Dubková & Linc, 2011, p. 138)

Sakrospinální skupina

Sakrospinální systém je tvořen nejmohutnější svalovou masou. Svalové snopce stoupají od kosti křížové ve dvou pruzích směrem vzhůru, některé až na lebku.

m. longissimus (thoracis, cervicis, capitis)

Musculus longissimus je považován za mediální prhu a jde po celé délce páteře. Začátek svalu je na kosti křížové a na horních hrudních a na dolních krčních obratlích. Vede vzhůru podél páteře a upíná se na příčné výběžky bederních a hrudních obratlů, na žebra. Svaly používáme k jednostranné kontrakci lateroflexe, k extenzi páteře a k rotaci na stejnou stranu.

m. iliocostalis

Musculus iliocostalis začíná na zadní části crista iliaca, dále na okrajích dvou posledních žeber a neustále přibírá další snopce. Postupně se upíná na úhly dolních žeber a na příčných výběžcích krčních obratlů. (Doubková & Linc, 2011, p. 139)

Spinospinální skupina

Systém spinospinális je uložen mediálně od systému sakrospinálního a je tvořen pouze jediným svalem a tím je m. spinalis. Je rozepjat od obratlových trnů k obratlovým trnům. Sval sahá od bederní až do krční krajiny. Systém je považován za hlavní vzpřimovače páteře, při jednostranné akci uklání páteř na stejnou stranu, při oboustranné akci emendují páteř jako celek. Jsou nepostradatelnou částí tzv. svalového korzetu, který je velmi důležitý k fyziologickému zakřivení páteře a ke správnému držení páteře. (Doubková & Linc, 2011, p. 140)

Transversospinální skupina

Systém těchto svalů je ještě hlouběji než předešlý systém. Transversospinální systém je tvořen mnoha svaly, které jsou vedeny od příčných výběžků směrem vzhůru k následujícím trnovým výběžkům.

m. semispinalis (polotrnový sval)

M. semispinális se dělí podle umístění na část hrudní, krční a hlavovou. Začíná na příčných výběžcích dlouhými šlachami a upíná se po přeskočení čtyř až šesti obratlů na trny kraniálních obratlů. Funkcí tohoto svalu je, aby páteř zůstala vzpřímená, a při jednostranné akci se účastní úklonu. Podílí se také na zvedání hlavy. (Mrázková, 1995, p. 120)

Mm. Multifidus (sval rozeklaný)

Snopce tohoto složitého souboru se rozkládá po celé délce páteře. Svalové snopce spojují příčné výběžky s kraniálně uloženými trny. Rozeklaný sval začíná již na křížové kosti, na bederních obratlích, na příčných výběžcích hrudních obratlů a od kloubních výběžků dolních krčních obratlů. Sval směřuje mediokraniálně až přes tři obratle a upíná se na trny kraniálnějších obratlů. Nejmohutnější část svalu se nachází v bederní části páteře. Významný podíl má rozeklaný sval na extenzi páteře a při jednostranné rotaci na druhou stranu. (Doubková & Linc, 2011, p. 140)

Mm. Rotatores (otáčeč)

Otáčeče jsou tvořeny celkem jedenácti páry svalů, jejichž začátek se vyskytuje na příčných výběžcích hrudních obratlů a upínají se na sousední kraniálně uložený trnový výběžek. Podílí se při extenzi a při jednostranné rotaci na druhou stranu. (Doubková & Linc, 2011, p. 140)

Dojde-li k tomu, že jsou tyto drobné svaly příliš slabé, tělo se hroutí do sebe. V takovém případě je obrovský tlak na meziobratlové ploténky a dochází tak k degenerativním změnám, ať už k výhřezu meziobratlové ploténky nebo jejímu posunutí. Pro posílení právě těchto nejmenších svalů zad se doporučuje cvičení s Flexi-barem, při kterém dochází ke zpevnění a posílení právě zmiňovaného svalstva. (Eliška & Elišková 2009; Doubková & Linc, 2011; Vigué 2008)

Shrnutí všech zádových svalů

Jak již bylo řečeno, zádové svaly jsou uloženy v pěti vrstvách. V tabulce 1 bude celkové shrnutí všech zádových svalů. Za první skupinu jsou považovány svaly uloženy nejvýše. (Dimon, 2009, p. 118-119)

Tab. 1: Shrnutí zádových svalů

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Spinohumerální skupina | M. trapezius |
| | M. latissimus dorsi |
| | M. lektor scapule |
| | M. rhomboideus minor |
| | M. Rhomboideus major |
| Spinokostální skupina | M. stratus posteriori superior |
| | M. stratus posteriori inferior |
| Spinotransverzální skupina | M. spelinus capitis |
| | M. spelinus cervicis |
| Sakrospinální skupina | M. longissimus thoracis |
| | M. longissimus cervicis |
| | M. longissimus capitis |
| | M. iliocostalis thoracis |
| | M. iliocostalis cervicis |
| | M. iliocostalis lumborum |
| Spinospinální skupina | M. spinalis thoracis |
| | M. spinalis cervicis |
| Transversospinální skupina | M. semispinalis thoracis |
| | M. semispinalis cervicis |
| | M. semispinalis capitis |
| | M. multifidus |
| | Mm. rotatores |
| | Mm. intertransversarii |
| | Mm. interspinales |
| | Levator costae |
| | Levatores costarum |

3.2. Svaly dna pánevního

Pomocí Flexi-baru lze mimo jiné posilovat svaly pánevního dna, které tvoří velmi pevné, ale pružné pánevní dno ve tvaru ploché nálevky a zajišťuje podepření malé pánve (pochva, děloha). Svalovina je tvořena dvěma skupinami svalů, které odlišuje původ, inervace a funkce. Je tvořeno celkem dvěma hlavními svaly: m. lektor ani (zdvihač řitě) a m. coccygeus. Mezi těmito svaly pravé a levé stany zůstává uprostřed štěrbina, kterou prochází močová trubice a u žen pochva. Dorzálně uložené svaly ohraničují druhý otvor, kterým prochází konec střeva. Uprostřed otvorů se nachází vazivové centrum, na které se připojují také fascie prostaty, pochvy, konečníku a močové trubice. (Grim & Gruda, 2001, str. 120) na pánevní dno je kladena velká váha. Nese nejen váhu pánevních orgánů, ale podílí se také na jejich fixaci a odpružení. Velmi zatížené je dno v době těhotenství a porodu u žen. Sklon pánevního dna je 30°, z tohoto důvodu je váha břišních a pánevních orgánů směřována na sponu stydkou a přední část svalového dna. Zadní část dna je ze stejného důvodu zatížena minimálně (Dylevský, 2009, p. 280) Svaly dna pánevního jsou příčně pruhované a lze ho tedy ovládat vůlí. Pravidelným cvičením například s Flexi-barem lze svaly v částečné míře trénovat. Vliv cvičení se již v dnešní době ukazuje po porodu, protože jsou svaly rozeklané a uvolněné. Cvičením lze dosáhnout tonizace a konfigurace až téměř do velikosti před porodem. (Eliška & Elišková, 2009, p. 105)

3.3. Břišní svalstvo

Svaly břicha probíhají, stejně jako v oblasti hrudníku, šikmo a navazují na svaly žeber a hrudníku. Trup tvoří velkou trubici, která je obklopena velkou spoustou svalů. Důležitou informací je, že šikmé svaly hrudníku a břicha jsou souvislé vrstvy a tvoří spirálovitou muskulaturu, která obklopuje celý trup. Stejně jako svaly zad byly uspořádány v několika vrstvách, také svaly břicha jsou naskládány

ve vrstvách třech (dorsální, ventrální a laterální). Svaly jsou ploché a až překvapivě tenké, maximální pevnost vytvářejí již zmiňované tři vrstvy a různý směr probíhajících svalů. Oblast břicha je přesně definována. Rozkládá se od žeberního oblouku a mečovitého výběžku ke kosti stydké. Velká část břišní svalové hmoty je tvořena tzv. aponeurotickou tkání. Jde o plochou vazivovou tkáň ve střední části břišní krajiny, vytváří svislou šlachu, která je vedena od stydké kosti k mečovitému výběžku hrudní kosti. (Dimon, 2009, p. 137; Mrázková, 1995, p. 135)

3.3.1. Ventrální skupina

M. rectus abdominis (přímý sval břišní)

Přímý sval břišní začíná od dolního konce kosti hrudní a přilehlých chrupavek pátého až sedmého žebra. Svalové snopce sestupují středem břišní krajiny, zužují se a upínají se na kost stydkou. Svalové snopce jsou na třech místech kolmo přerušeny šlašitými pruhy – intersectiones tendineae – dva pruhy se nachází napupkem a třetí je v oblasti pupku. Celý sval je uložen ve vazivové pochvě. Přímý břišní sval při fixované pánvi táhne žebra směrem dolů a tím způsobuje hluboký výdech. Při fixované hrudníku dochází k vytočení pánve dopředu tzv. podsazení pánve. (Dimon, 2009, p. 138)

M. pyramidalis

Musculus pyramidalis je úzký sval uložen před m. rectus abdominis. Začátek svalu se nachází na okrajích spony stydké a stoupá vzhůru linea alba. Úkolem tohoto svalu je spevňovat stěnu břišní. (Mrázková, 1995, p. 135)

3.3.2. Laterální skupina

M. obliquus externus abdominis (zevní šikmý sval břišní)

Začátek zevního svalu břišního se nachází na laterální straně osmi žeber, kde je přichycen osmi masitými zuby. Průběh svalu je šikmý a dopředu na přední plochu břišní stěny, kde přechází v aponeurózu. Upíná se na střed břišní stěny do vazivového linea alba a na zevní okraj crista iliaca, kde se mění v ligamentum inguinale (tříselný vaz), který se upíná na tříselný vaz. Funkcí tohoto svalu je stahovat žebra při silném výdechu. Pomáhá při ohnutí bederní páteře. Při jednostranné akci otáčí hrudník na opačnou stranu. Při fixované páteři pomáhá při přednožení. (Naňka & Elišková, 2009, p. 55)

M. obliquus internus abdominis (vnitřní šikmý sval)

Tento vnitřní šikmý břišní sval začíná na okraji lumbální fascie. Snopce svalů se hned na začátku rozbíhají, tak že kraniální snopce vedou směrem k posledním třem žebrům, kde se také upínají. Další část snopců přechází v silnou aponeurózu, která se štěpí na dva listy pochvy v oblasti pupíku. Poslední část snopců sestupuje a celý sval tvoří rozevřený vějíř. Funkcí tohoto svalu je otáčet trup při jednostranné rotaci na stejnou stranu, zajišťuje také úklon trupu na téže stranu. (Mrázková, 1995, p. 136)

M. transversus abdominis (příčný břišní sval)

Příčný břišní sval je plochý a široký sval začínající na vnitřní straně kaudálních pěti (šesti) žeber. Snopce jsou vedené přímo dopředu a vzniká široká a plochá šlacha. V horních třech čtvrtinách vede šlacha za m. rectus abdominis, dolní čtvrtina svalu vede do linea alba. Příčný břišní sval se především podílí na dýchacích pohybech a vytváří břišní lis. (Naňka & Elišková, 2009, p. 55)

3.3.3. Dorsální skupina

M. quadratus lumborum (čtyřhranný sval bederní)

Čtyřhranný sval bederní je opět plochým svalem. Začátek svalu je v u crista iliaca, sval vede vzhůru a upíná se na poslední dvanácté žebro a na příčné výběžky bederních obratlů. Tento sval tvoří zadní svalovou stěnu dutiny břišní. Sval slouží při oboustranné rotaci extenzi bederní páteře, při jednostranné činnosti úklon páteře na stejnou stranu. (Naňka & Elišková, 2009, p. 55)

4. Přeměna energie ve svalech

Svaly mohou pracovat pouze v případě dodání energie, kterou získávají z kyslíku a glukózy. Tyto látky jsou přiváděné krví a vytváří aerobní metabolismus svalů. Svaly mohou pracovat různou intenzitou. Při nízké intenzitě tělo stihne krví transportovat dostatečné množství potřebných látek, při vyšší intenzitě je mimo jiné zapotřebí více kyslíku. Při cvičení člověk intenzivněji dýchá, srdce bije silněji a krev je schopna ke svalům dostat dostatečné množství kyslíku a glukózy, kterou svaly využijí. Svaly tedy pracují, vytváří určitou energii, která se z velké části mění na teplo a tělo se zahřívá. Při maximální intenzitě svaly pracují jiným způsobem, protože dodání kyslíku není adekvátní. Využívaný metabolismus nazýváme anaerobním. Způsob je málo efektivní a tělo je tuto situaci zvládat pouze pár sekund. Zásoby jsou čerpány z glykogenu, který je uložen ve svalech. Při obou typech metabolismu vznikají odpadové látky. (Máčková, 1995, p. 10).

Při štěpení vazeb organických molekul dochází k uvolnění energie. Ta je z 40% využita k zevní i vnitřní práci a 60% se mění na teplo. (Kittnar & kol., 2011, p. 471). V klidném režimu je produkce tepla nízká, cca 60W, což odpovídá tepelnému výkonu klasické žárovky, během tělesné aktivity nezadržitelně stoupá a průměrný maratonec v průběhu závodu vyprodukuje více jak 1kW. Takové teplo vydává malý elektrický spotřebič. (Dobšák & kol., 2009, p. 59).

V případě, že je organismus v klidu, tak se na tvorbě tepla podílí z 56% vnitřní orgány (tělesné jádro), pouze z 18% svalstvo a kůže. V případě tělesné aktivity dochází k obratu a tvorba tepla je několikanásobně vyšší a dosahuje až 90%, zatímco vnitřní orgány vytvoří pouze 8%. Teplo, které je vytvořeno v těle ohřívá krev, která teplo dokáže rozvést na povrch těla. To lze ale pouze v případě, že teplota kůže je chladnější než tepelné jádro – výdej tepla. (Silbernagl & Despopoulos, 2004, p. 222).

Na teplotě kůže se odráží stav zevního prostředí i teplota tělesného jádra. Při zahájení aktivity dochází k přesunu krve do svalů a dochází k vasokonstrikci kožního krevního řečiště. Kožní teplota tedy zprvu klesá. Později se však teplo

vznikající ve svalech dostává krví na povrch těla a dochází k zahřátí. To je krátce přerušeno odpařováním – pocením. Čím větší jsou tepelné rozdíly mezi vnějším prostředím a tělem, tím více dochází k tepelným ztrátám. Výdej tepla prostřednictvím pocení stoupá při zvětšující se intenzitě zatížení i při stoupající teplotě zevního prostředí. (Havličková & kol., 2006, p. 42)

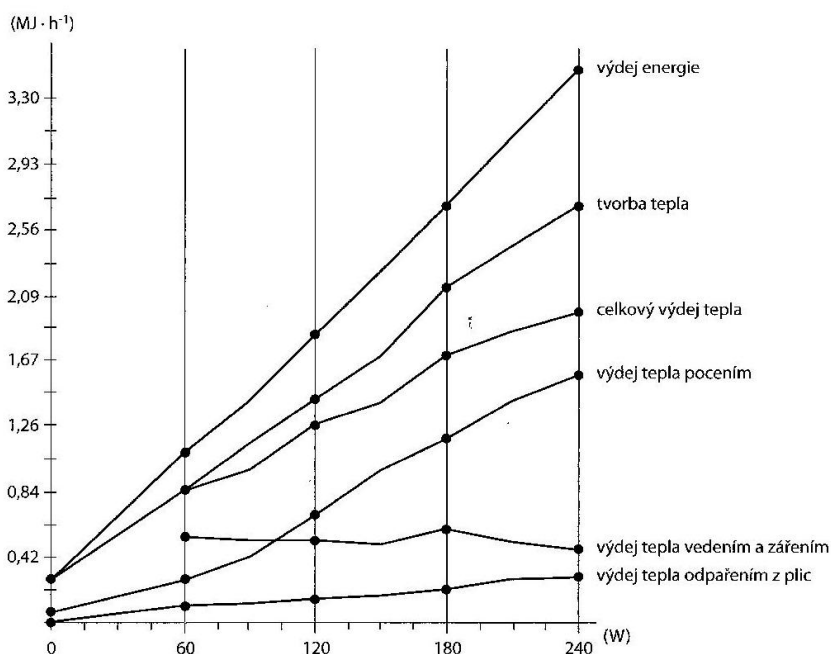
Výdej tepla z těla probíhá mnoha způsoby:

(Rokyta & kol., 2008, p. 191; Bartůňková, 2006, p. 123)

- Sáláním (radiací) – teplo se obvádí z těla v podobě infračervených paprsků, které putují do všech stran. Je-li teplota těla vyšší než teplota okolí, pak je vydáno zářením větší množství tepla než přijato. Výdej tepla prostřednictvím sálání je zajištěn z 50%-60%.
- Vedením (kondukcí) – tímto způsobem z těla odchází poměrně malé množství tepla (1% - 10%). Teplo je odváděno pomocí kinetické energie, je předáno molekulami z okolí předmětů, se kterými je tělo v kontaktu (židle, vzduch, ...). Vzduch z okolí vede teplo velmi málo, pokud nedochází k proudění. Se vzduchem je možno teplotu těla v bezprostředním okolí vyrovnat. Jinak vše funguje v případě chladnějšího okolí ve studeném a vlhkém vzduchu nebo ve studené vodě.
- Prouděním (konvekci) – teplo je nejprve odvedeno do blízkého okolí těla, kde se prouděním ohřátý vzduch vymění s chladnějším. Často tato situace nastává např. ve větru. Prouděním je výdej tepla zajištěn z 7% - 17%.
- Odpařováním (evaporací) – způsob, který je považován za neúčinnější a nejdůležitější. Jediný způsob, který lze využít v případě, že teplota těla je nižší než teplota okolí. Dochází k odpaření potu, který se mění na páru a dochází k odebrání určitého množství tepla. Krev se v tomto případě ochlazuje a odvádí jí do hlubších tkání. Odpařování je závislé na vlhkosti vzduchu. Např. v pralesech, kde dochází až k 90% vlhkosti, k odpařování potu nedochází. Odpařováním z těla neodchází pouze pot, ale také další tekutiny ze sliznic a z plic. Denně tímto způsobem může odejít až 800ml

tekutiny. Odpařování tělo není schopno ovládat a nedokáže teplotu regulovat tak, aby zůstala tělesnou teplota stálá. Tímto způsobem z těla odchází 20% - 27% tepla.

Tělo musí udržovat tepelnou rovnováhu. Podílí se na ní nejen vlastní produkce tepla, ale také klimatické podmínky okolí – teplota, vlhkost a proudění vzduchu, ovlivněna může být i tepelným zářením. Je již dlouho dokázáno, že při tělesné zátěži teplota těla stoupá. Vzestup teploty je výsledkem aktivní regulace mezi výdejem a příjmem tepla. Při svalové činnosti je z těla odváděno až 80% energie formou tepla. Bylo také zjištěno to, že tělesná teplota stoupá lineárně se spotřebou kyslíku, tedy i s výdejem energie. Zatímco výdej tepla zůstává při různě velké produkci tepla stejný (obr. 10). Krev o určité teplotě protéká hypotalamem, který okamžitě reaguje a vysílá signály potním žlázám. Člověk se tedy při fyzické aktivitě začíná potit již při nižší tělesné teplotě. (Máček & Radvanský, 2011, p. 79)



Obr. 10: Výměna tepla u svlečeného člověka v klidu a během hodinové zátěže se stoupající intenzitou při teplotě v místnosti 21°C (Máček & Radvanský, 2011, p. 78)

4.1. Termoregulace

V těle člověka se udržuje více méně stálá teplota 35,8 – 37°C a to za normálních podmínek. Pokud je lidské tělo obnažené a bez tělesné aktivity, za ideální teplotu vzduchu se považuje teplota 28°C. Při zvýšené intenzitě zatížení dochází prohřátí organismu, tedy ke stoupání teploty těla. Díky termoregulaci je tělo schopno udržet stálou a optimální tělesnou teplotu. Teplotu ovlivňují všechny biomechanické pochody, které probíhají v lidském organismu. Metabolické pochody se zrychlují a zpomalují. To také ovlivňuje teplotu, která se při zrychlení zvětší, naopak při zpomalení sníží. (Rokyta & kol., 2008, p. 190)

Zvýšení tělesné teploty je do určitého stupně pro člověka a jeho výkonnost příznivé, protože dochází ke zvýšení enzymatického systému, což zvyšuje rychlost uvolňování energie a člověk je tak schopen podat lepší výkon. Při fyzické aktivitě se v první řadě zahřívají svaly, poté až dochází k zahřátí ostatních částí těla pomocí oteplené krve. Dochází tedy k prohřátí obalových vrstev a teplo prostupuje na povrch. Pokud tělesná zátěž trvá déle, zahajují svoji práci také mechanismy fyzikální termoregulace, které nedovolí, aby nastalo přehřátí organismu. Kdyby tyto mechanismy nefungovaly, docházelo by každou 1 min. ke zvýšení teploty o 5°C. (Havlíčková & kol., 2006, p. 41)

Orgánem, který řídí tělesnou teplotu, je hypotalamus. Svoji práci zahajuje až po přestoupení hranice optimální tělesné teploty. Receptory teploty tzv. termoreceptory jsou uloženy na povrchu kůže a jsou propojeny s termoreceptory v hypotalamu. Kožní receptory dokážou ovlivnit teplotu organismu v těle. V případě většího zahřátí těla reaguje cca 30 tisíc termoreceptorů. V případě ochlazení zahajuje akci přibližně 250 tisíc termoreceptorů (www.fsps.muni.cz)

Teplota těla málo, ale neustále kolísá a to při reakci na tělesnou aktivitu. Stav organismu reaguje na teplotní změny ovzduší, záleží také na vlhkosti, proudění ovzduší, i na oblečení. Termoregulace lidské tělo rozděluje do dvou složek, které jsou známé pod pojmem tepelné jádro a tepelná slupka. Jádro je složeno z orgánů, která vyžadují vysokou látkovou přeměnu. Patří k nim vnitřní orgány (krajina hrudní, břišní, lebeční) a hluboko uložené části končetin. Jádro je považováno za

hlavního producenta tepla při bazálním metabolismu. Tepelná slupka tvoří povrchovou vrstvu, na různých místech je různě široká. Slupka je tvořena kůží, podkožím, tukovou vrstvou v podkoží a končetinami. Tepelná slupka má neustále se měnící teplotu, která kolísá a je nižší než jádro. Zdravý člověk by měl mít ideální rozdílnou teplotu mezi jádrem a slupkou přibližně 4°C. Kůže by měla mít teplotu cca 33°C. (Jandová, 2009, p. 71-72)

5. Termografie

Hovoříme-li o termografii, máme na mysli pasivní, bezdotykovou zobrazovací metodu, díky které lze analyzovat a graficky znázornit teplotu na povrchu zkoumaného tělesa. Termografie, často označována také pojmem termovize, se v současné době často používá a to díky velkému rozšíření infračervených kamer. Za prvního výrobce těchto přístrojů lze považovat firmu Thermovision, v dnešní době známé pod názvem Flitr. Snímky, které vznikají použitím infračervené kamery, jsou nazývány jako termovizní snímek, popřípadě termogram. Termografie je využívána v mnoha oborech, kromě medicíny jí lze použít ve stavebnictví či vojenství. (www.wikiskripta.eu)

Použití termokamery je možné, protože každý objekt, který má teplotu vyšší než absolutní nula, tedy 0 kelvinů, což odpovídá $-273,15^{\circ}\text{C}$, vydává infračervené záření, které je lidským okem neviditelné. Většina termografických kamer je schopna zachytit teplotní rozdíly s přesností na $0,1^{\circ}\text{C}$. Termovizní snímky jsou zachycovány v zorném poli dlouhovlnného infračerveného záření termokamery. Záření je převáděno do barevného obrazu, kde má každý bod svoji tepelnou hodnotu. Výsledná hodnota každého bodu je vypočtena s ohledem na stupeň emisivity (schopnost tělesa vyzařovat teplo) povrchu zkoumaného objektu a kompetence odražené teploty. Obě dvě tyto veličiny lze na kamerách manuálně nastavit. (www.vvud.cz)

Aby Termografie mohla být používána jako klinická zobrazovací metoda, musí splňovat určitá kritéria.

- detektor o rozlišení 320x240 pixelů,
- citlivost 50mK,
- spolehlivost 2K
- rozlišovací schopnost $0,1^{\circ}\text{C}$
- přesnost měření alespoň 2°C

Termografie je řazena k mnoha dalším funkčním diagnostickým metodám, jako například elektromyografie, spiroergometrie, spirometrie či měření krevního tlaku. Všechna tato vyšetření jsou společně se strukturálními metodami (ultrasonografie, RTG, magnetická rezonance, ...) velmi důležitou součástí diagnostických postupů. (Novotný, 2009, p. 33-42)

5.1. Podmínky pro použití termokamery

(Novotný, 2009, p. 33-42; Maryšková, 2007, p. 12-13)

Při vyšetření termokamerou je nesmírně důležité, aby byly dodrženy specifické podmínky. Zamezí se tak nepřesným a zkresleným výsledkům. Vyšetření je nutné provádět za standardních podmínek. Před zahájením měření je třeba, aby se pacient aklimatizoval na teplotu okolí. Aklimatizace by měla probíhat 15-20 minut. V případě, že by k adaptaci kůže nedošlo, kůže by působila jako clona a neprojevil by se teplotní změny v hlubších tkáních kůže. K ochlazení těla lze také použít ventilátor, je ale nesmírně důležité, aby bylo zajištěno rovnoměrné proudění vzduchu. V místnosti, kde dochází k měření, by mělo být 19 – 21 °C, vlhkost vzduchu by měla být standardní nebo nižší (cca kolem 70%). Mělo by se zamezit vnějším teplotním vlivům, jako je přímé sluneční záření. Je totiž třeba zachytit pouze záření emitované nikoli pohlcené. Vyšetření by nemělo být prováděno v blízkosti zdroje tepla či chladu. Není vhodné vyšetřovat člověka před zrcadlem, sklem nebo v blízkosti jiné hladké plochy, které odrážejí infračervené záření.

Je nutné, aby vyšetřovaná partie byla po celou dobu měření obnažená a suchá. V průběhu vyšetření je potřeba zajistit, aby se pacient vyšetřované partie nedotýkal nebo si ji nezakrýval. Je-li ke správné diagnostice zapotřebí porovnání párového orgánu, je třeba odhalit např. i druhou končetinu. Fyziologický teplotní rozdíl symetrických partií by neměl být u zdravého jedince vyšší než 0,5 °C.

Termovizní vyšetření může být ovlivněno a znehodnoceno mnoha faktory. Jedním z nich je příliš vysoká, případně nízká teplota okolního prostředí. Je nutné, aby byl

pacient zdravý, neměl horečku nebo zvýšenou teplotu tělesného jádra. Zavádějící výsledky se mohou objevit u člověka, který kouří, po požití alkoholu, či vazoreaktivních látek. Vhodné také je, když je pacient v pohodovém psychickém stavu. Teplotu těla ovlivňuje pocení i proudění vzduchu.

5.2. Termografie ve fyziologii

Ve fyziologii sportu se začala využívat termovize již v 70. letech minulého století. Vzhledem ke svým možnostem může termografická kamera zachytit teplotní změny orgánů a systémů nejen lidského těla. Tělo v určitých částech může dokáže distribuovat teplo. Změny teploty jsou závislé na čase, práci určité svalové skupiny a na intenzitě zátěže. Za velkou výhodu termovize lze považovat rychlou analýzu a možnost kvantitativního přístupu. Díky termovizi bylo prozkoumáno již velké množství sportovních odvětví. Někteří sledovali plavce a jejich plavecké způsoby, jiní se věnovali hráčkám házené, jejich teplotním rozdílům paže bezprostředně po tréninku a 10 min po tréninku. (Novotný, 2009, p. 33-42)

5.3. Termografie v medicíně

Infračervená kamera se uplatňuje v mnoha oborech zdravotnictví. Částečně slouží jako pomocník či náhrada za mamografii. Lékaři mohou využívat kamery tohoto typu v ortopedii, revmatologii, neurologii, neurochirurgii, dermatologii a v mnoha dalších oborech. Ve sportu se termografie dříve spíše používala ve veterinární medicíně, u koní v dostihových sportech a v drezúře. (Novotný, 2009, p. 33-42) Ve sportovní medicíně termovize pomáhá při prevenci, popřípadě při diagnostice přetížení, či při pozorování hojení úrazů. Ovlivňuje rozhodování o léčbě, napomáhá při rehabilitacích a při návratu k tréninku a soutěžím. Výrazně teplejší místo může být odrazem začínajícího akutního zánětu, přetížení, ale také výsledek

většího zatížení svalů. Dochází k většímu a intenzivnějšímu metabolismu. Naopak chladnější místo může být odrazem malého prokrvení po zranění nebo zhojení jizvou. Termovize může napovědět, zda je vhodné sval již zatížit nebo pokračovat v klidovém režimu, zda sval v době rekonvalescence chladit či nahřívat, zda předepsat léky s protizánětlivým či prohřívacím efektem. V mnohých případech dochází k tomu, že bolest je transportována z poškození do místa jiného. Termovize dokáže alespoň částečně lokalizovat místo poškození. (Novotný, 2009, str. 33-42)

Empirická část

V empirické části dojde k vyhodnocení účinku cvičení s Flexi-barem. Sledované budou především zádové svaly, a to u 18 žáků 6. třídy. Rodiče chlapců souhlasili s tím, že se jejich děti zúčastní potřebného výzkumu. V rámci tělesné výchovy hoši podstoupili 25 minut tréninku s Flexi-barem. Termovizním fotoaparátem byli vyfoceni před cvičením, okamžitě po cvičení, 15 a 30 min. po cvičení. Předpokladem je, že oblast zad se v průběhu cvičení zahřeje. Velmi zajímavé bude nejen sledovat, jak se zahřívají celá záda, ale také jednotlivé oblasti (horní část trapézového svalu, dolní část trapézového svalu, ...). Dojde také k vyhodnocení, jak se zahřívá pravá a levá strana těla. Jeden z chlapců měl v době měření zlomenou ruku. Nemohl tedy Flexi-bar držet v plavé ruce. Byl ochoten cvičit pouze levou rukou. Tento chlapec bude vyhodnocen zcela zvlášť, do celkového hodnocení zařazen nebude, protože poměr pravé a levé poloviny těla bude odlišný a mohl by ovlivnit celkové výsledky.

6. Cíl práce a vědecké otázky

Cílem práce je zjistit, jak se svalová aktivita při cvičení s Flexi-barem projeví v termografickém obraze. Předpokládá se zvýšení teplot v blízkosti aktivovaných svalů v důsledku jejich zvýšené aktivity a zvýšeného prokrvení

1. Zvýší se teplota kůže ve srovnání s teplotou před a po cvičení?
2. Dojde k postupnému ochlazení po 15 a 30 min. po cvičení?

7. Příprava výzkumného řešení

Pro výzkum bylo vybráno 18 chlapců stejného věku, kteří v hodině tělesné výchovy absolvovali jednotlivá měření infračervenou kamerou a 25 minut cvičení s Flexi-barem.

7.1. Charakteristika skupiny

Tab. 2: Antropomotorické údaje vybraných žáků

| žák č. | Váha | výška | BMI |
|--------|------|-------|-----------------|
| 1 | 36 | 148 | 16,44 → norma |
| 2 | 48 | 159 | 18,99 → norma |
| 3 | 54 | 150 | 24 → nadváha |
| 4 | 40 | 159 | 15,82 → norma |
| 5 | 56 | 158 | 22,43 → nadváha |
| 6 | 43 | 159 | 17,01 → norma |
| 7 | 36 | 149 | 16,22 → norma |
| 8 | 34 | 144 | 16,4 → norma |
| 9 | 35 | 146 | 16,42 → norma |
| 10 | 108 | 178 | 34,09 → obezita |
| 11 | 38 | 150 | 16,89 → norma |
| 12 | 52 | 168 | 18,42 → norma |
| 13 | 37 | 149 | 16,67 → norma |
| 14 | 34 | 149 | 15,31 → podváha |
| 15 | 42 | 150 | 18,67 → norma |
| 16 | 52 | 161 | 20,06 → norma |
| 17 | 56 | 159 | 22,15 → nadváha |
| 18 | 58 | 170 | 20,07 → norma |

Vybraných 18 chlapců navštěvuje CMcZŠ v Brně. V rámci hodiny tělesné výchovy se podrobili výzkumu. 10 chlapců zařazených do třídy 6. B, měření absolvovalo v úterý 26. 3. 2013 pátou a šestou vyučovací hodinu. 8 žáků třídy 6. A bylo změřeno o den později, 27. 3. 2013 druhou a třetí vyučovací hodinu. Obě měření proběhla v tělocvičně školy, kde žáci za normálních okolností tráví tento

čas s učitelem tělesné výchovy. Chlapci jsou ve věku 12-13 let, většina žáků se aktivně nevěnuje žádnému sportu, pouze 4 chlapci několikrát týdně trénují fotbal, jeden se účastní závodů ve sportovním lezení. V tab. 2 je podrobný popis celé skupiny. U žáků byla zjištěna váha, výška a vypočítáno BMI, ze kterého bylo odvozeno, zda lze žáka zařadit jeho vzrůstem do průměru běžné populace, zda má nadváhu, popřípadě obezitu nebo podváhu či podvýživu. (www.svet-potravin.cz) Z výpočtů je patrné, že celkem tři žáci trpí nadváhou, jeden obezitou, jeden žák má dle tabulek podváhu.

7.2. Metodika práce

Před zahájením výzkumu byli rodiče dětí, které byly zvolené k výzkumu, písemně obeznámeni (příloha 1) s průběhem a účelem testování. Nikdo z rodičů nebyl proti účasti svého dítěte při testování a podepsali souhlas, který byl vytvořen autorkou diplomové práce s konzultací doc. J. Novotného. Celý průběh cvičení a fotografování sledoval také učitel tělesné výchovy žáků šestých tříd.

Žáci byli po příchodu do tělocvičny seznámeni s tím, co je čeká. Vysvlékli si trička a 20 minut se snažili být v klidu. Aby bylo zamezeno jakékoliv aktivitě, byl chlapcům promítnut film dle jejich výběru. Šlo o velmi živé žáky, kteří by raději v hodině tělesné výchovy hráli fotbal, florbal, či prováděli jinou pohybovou aktivitu.

Po 20 minutách aklimatizace na teplotu v tělocvičně bylo provedeno první focení termokamerou Fluke TiR (obr. 11). Technický popis používané termokamery je podrobně popsán v tab. 3. Chlapci zbystřili a začalo je zajímat, jak měření probíhá a kdo má jakou teplotu zad. Po zaznamenání všech snímků na infračervenou kameru bylo zahájeno 25 minut cvičení s Flexi-barem.

Ze začátku bylo cvičení nezajímavé, protože ne všichni dokázali Flexi-bar rozkmitat. Po vyzkoušení několika pozic s Flexi-barem byli již všichni schopni

uvést Flexi-bar do pohybu bez větších problémů. 25i minutová cvičební jednotka byla zaměřená pouze na cvičení s Flexi-barem, nebyly přidávány žádné doprovodné cviky, které by mohly ovlivnit sledované zádové svalstvo. Cvičení probíhalo ve všech pozicích Flexi-baru - ve statickém postavení (stoj rozkročná, podřep, stoj na jedné noze, ...), i v pohybu. V posledních pěti minutách jsme dokonce mohli uspořádat soutěž v co nejdelším cvičení bez zastavení kmitu. První soutěž proběhla v kmitání v levé ruce, protože jeden ze žáků měl zlomenou ruku, ale výzkumu se chtěl bezpodmínečně zúčastnit. Chlapci překvapili svojí bojovností a nakonec museli být vyhodnoceni tři vítězové, jinak bychom nestihli provést měření v předem zvoleném čase. Po první soutěži bylo vyzkoušeno také kmitání v pravé paži, i zde se chlapci velmi snažili a velká část skupiny vydržela cvičit přes 60 sekund v kuse. Cvičení bylo zakončeno 1 minutou kmitání v kterékoli pozici.

Po ukončení cvičební jednotky došlo k druhému měření termovizí, kde sami chlapci mohli vidět ohřátí organismu.

Následovalo dalších 15 minut odpočinku, kde se někteří chlapci více zajímali o cvičení s Flexi-barem, jiní sledovali promítaný film. Po 15i minutách odpočinku od cvičení bylo provedeno třetí měření termokamerou. Chlapci již začínali být značně nervózní, že nestihnou slibovaný fotbal. Ač neradi, museli posledních 15 minut strávit v klidovém režimu. Po 30 minutách od cvičení se dočkali posledního měření, oblékali se, aby nezmeškali ani minutu a s nadšením se pustili do hry.

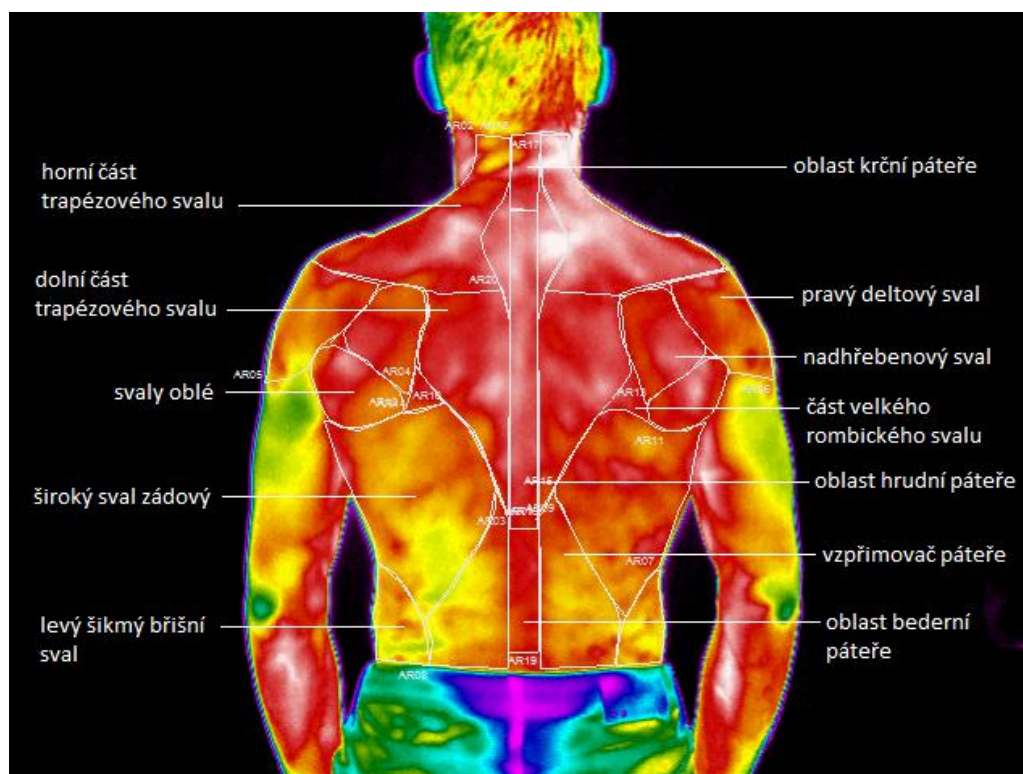
Cvičení s Flexi-bary probíhalo ve dvou skupinách. Obě skupiny měly podobné podmínky. Teplota v tělocvičně u první skupiny byla 19,5°C, vlhkost vzduchu 37%. Druhá skupina měla v tělocvičně o něco chladněji 19,3°C, vlhkost vzduchu se také pohybovala kolem 40%. Všechny snímky byly pořízeny v tělocvičně školy. Zvoleno bylo místo, kde v blízkém okolí nebyl žádný zdroj tepla nebo naopak chladu.

Konec měření znamenalo usednutí k počítači a zpracování vyfotografovaných obrázků 18 ti žáků. Ve speciálním programu Smart View 2.0 bylo zpracováno celkem 72 různých obrázků. Aby bylo dosaženo co nejpřesnějších výsledků,

musel být nastaven důležitý údaj o emisivitě lidské kůže, která je 0,98, k upravení muselo dojít také u teploty okolí.

Hlavním úkolem bylo odečíst teploty z různých částí zad. Pozornost byla věnována zvláště pravé a levé polovině zad. Měření proběhlo v oblasti horní i dolní části trapézového svalu, zadní části deltového svalu, v okolí rombických svalů, širokého svalu zádového a v bederní oblasti vzpřimovačů páteře (Obr. 10).

Po zjištění těchto hodnot byla odečtena také průměrná a maximální teplota celých zad. Jednotlivé hodnoty byly zaznamenány v programu Microsoft Excel 2007 do tabulky, kde byl vypočítán medián potřebných hodnot, ze kterých bylo umožněno vytvořit odpovídající grafy, které jasně znázorní klesání či stoupání teploty jednotlivých oblastí zad před cvičením, okamžitě po cvičení, 15 minut po cvičení a 30 minut po cvičení.



Obr 10: Jednotlivé svalové partie (Přehnal, 2011, p. 42)



Obr. 11: Termokamera Fluke TiR (www.fluke.com)

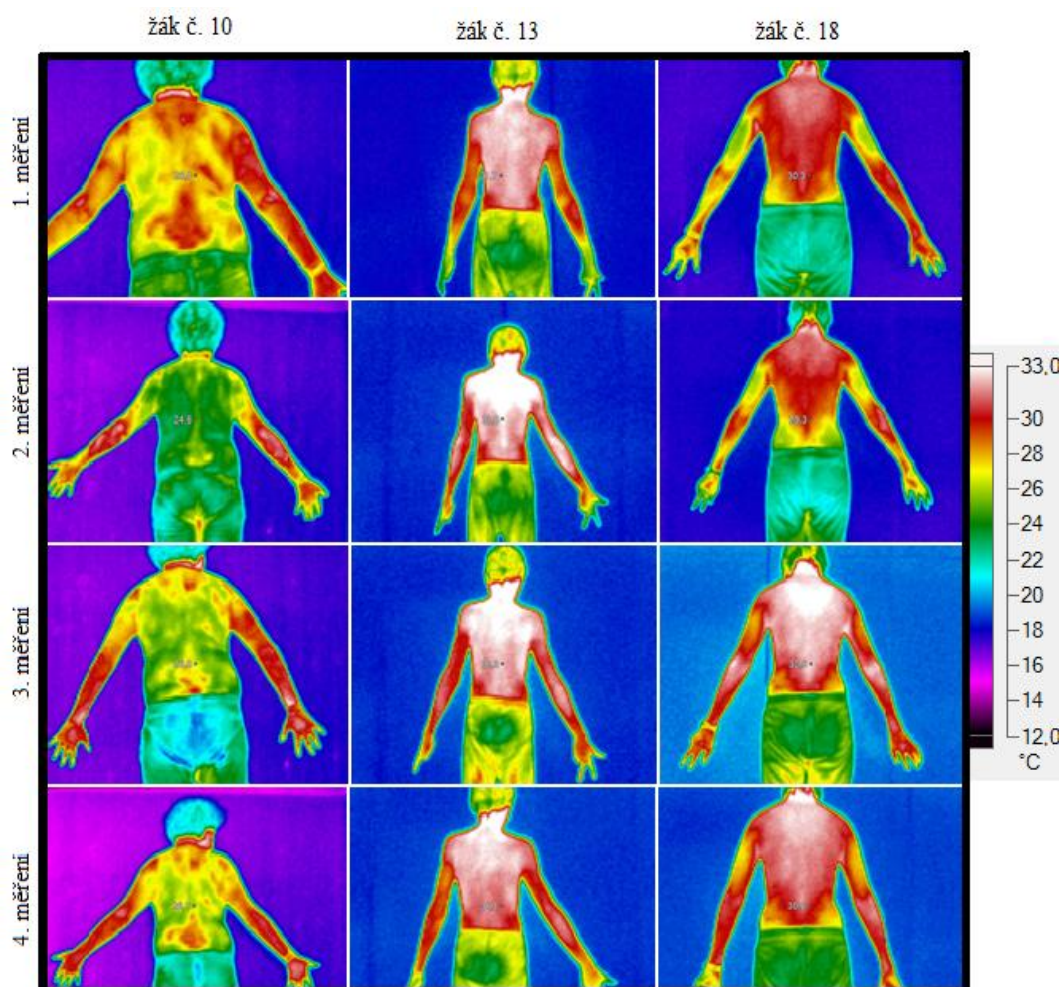
Tab. 3: Technický popis termokamery Fleku TiR (www.fluke.com)

| Podrobná specifikace | | |
|-------------------------------------|--|---|
| Teplota | Měřicí rozsah teploty (není kalibrováno pod -10 °C) | -20 °C až +100 °C (-4 °F až + 212 °F) |
| | Přesnost | ± 2 °C nebo 2 % (platí vyšší hodnota) |
| | Režimy měření | Jemná automatická změna měřítka a manuální změna měřítka |
| Kvalita zobrazení | Zorné pole | 23° x 17° |
| | Prostorové rozlišení (IFOV) | 2,5 mRad |
| | Minimální vzdálenost ostření | Objektiv termokamery: 15 cm Objektiv optické kamery (vizuální světlo): 46 cm |
| | Ostření | Ruční |
| | Frekvence zobrazení snímků | Rychlost obnovování 9 Hz |
| | Typ detektoru | 160 X 120 ohniskový rovinný svazek, nechlazený mikrobolometr |
| | Typ infračerveného objektivu | Objektiv 20 mm F = 0,8 |
| | Teplotní citlivost (NETD) | ≤ 0,09 °C při 30 °C (90 mK) |
| | Infračervené spektrální pásmo | 7,5 μm až 14 μm |
| | Optická kamera | rozlišení 640 x 480 |
| Prezentace vizuálního obrazu | Barevné spektrum | Tavené železo, modročervená, vysoký kontrast, šedá |
| | Úroveň a rozpětí | Jemná automatická změna měřítka a manuální změna měřítka úrovně a rozpětí |
| | Minimální rozpětí (v ručním režimu) | 2,5 °C |

| | | |
|------------------------------|---|---|
| | Minimální rozpětí (v automatickém režimu) | 5 °C |
| | Informace IR-Fusion® | Plně infračervený nebo obraz v obraze |
| | Obraz v obraze (PIP) | 100% infračervené zobrazení ve střední části displeje 320 x 240 pixelů |
| | Zobrazení na celé obrazovce (PIP vyp) | 100% infračervené zobrazení ve střední části displeje LCD 640 x 480 |
| Ukládání snímků a dat | Paměťové médium | Paměťová karta SD (2GB paměťová karta umožňuje uložení nejméně 1 200 plně radiometrických (.is2) infračervených snímků spojených s optickými snímky nebo 3 000 základních (.bmp) infračervených snímků) |
| | Formáty souborů | Neradiometrické (.bmp) nebo plně radiometrické (.is2) Pro neradiometrické (.bmp) soubory není třeba software pro analýzu |
| | Software w/SmartView™ - formát exportovaných souborů | JPEG, BMP, GIF, PNG, TIFF, WMF, EXIF a EMF |

8. Výsledky a diskuze

Hodnoty měření jsou zaznamenány v tabulce, a převedeny do grafů. Jako nejpřehlednější byl zvolen spojnicový graf se značkami, který jasně udává průběh naměřených teplot před cvičením (měření č. 1) okamžitě po cvičení (měření č. 2), po 15i minutách odpočinku (měření č. 3) a 30i minutách odpočinku (měření č. 4). Ve všech grafech a tabulkách bude chybět respondent č. 4 - jde o chlapce, který měl v době výzkumu zlomenou ruku. I přes tuto skutečnost cvičil a byl ochoten se podrobit měření. Jeho výsledky jsou ale natolik odlišné, že mu bude věnována část samostatného popisu.

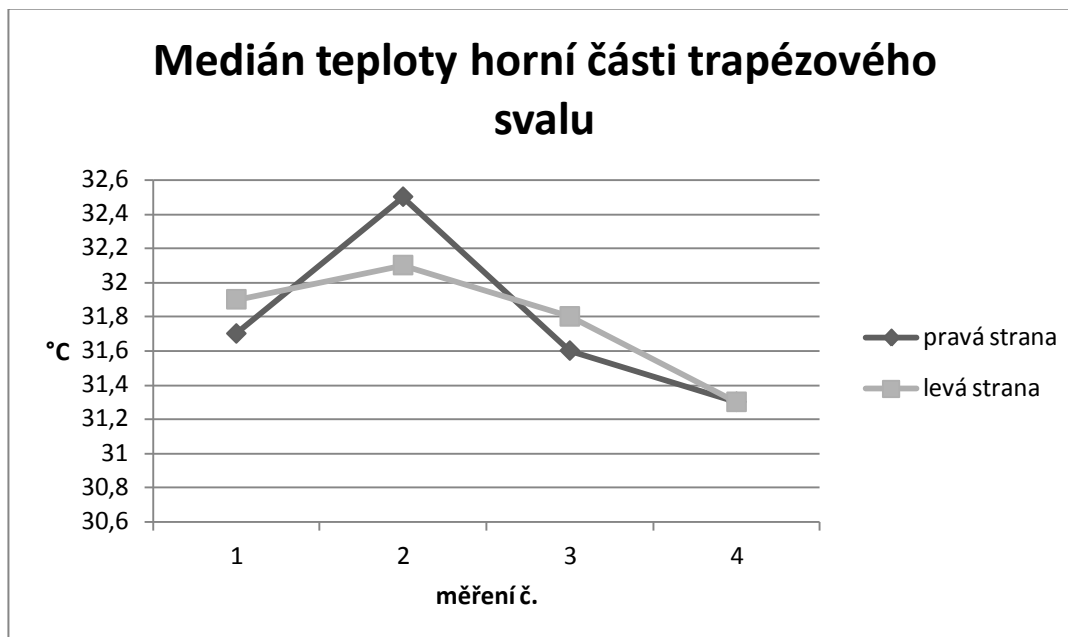


Obr. 12: Ukázka termovizních obrázků tří vybraných chlapců

Na obrázku 12 lze vidět rozdílnost teplot tří chlapců. Jednotlivé barvy znázorňují teploty těla, což je vidět na stupnici teplot. Žák 10 má větší tukovou vrstvu a při druhém měření došlo k výraznému ochlazení, poté nastalo opětovné zahřátí. Obecně lze říci, že tuková vrstva snižuje tepelnou vodivost, vrstva 1mm tuku v podkoží tvoří izolační bariéru, která odpovídá 1,5 °C. Vrstva tuku o síle 1mm se tedy chová, jako by byla teplota okolí o 1,5 °C vyšší než ve skutečnosti. (Jandová, 2009, p. 68). U žáka 13 došlo po cvičení k výraznému zahřátí, v dalších fázích se tělo ochlazovalo. U žáka 18 došlo u druhého měření pouze k mírnému zahřátí. Po uplynulých 15minutách od cvičení došlo k výraznému zahřátí celých zad.

Tab. 4: Naměřené hodnoty v oblasti horní části trapézového svalu na pravé a levé straně

| žák č. | teplota horní část trapézového svalu P | | | | teplota horní část trapézového svalu L | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 31,6 | 32,8 | 31,4 | 32,2 | 31,9 | 33,1 | 31,8 | 31,4 |
| 2 | 32 | 32,5 | 31,5 | 31,2 | 31,9 | 32,1 | 31,5 | 30,7 |
| 3 | 30,3 | 27,3 | 29,2 | 29,5 | 30,2 | 26,8 | 29,1 | 29,3 |
| 5 | 30,4 | 28,1 | 29,9 | 29,9 | 30,5 | 28,7 | 29,7 | 29,1 |
| 6 | 31,8 | 32,7 | 31,6 | 31,3 | 32 | 32,7 | 31,7 | 31,3 |
| 7 | 31,9 | 31,9 | 32,1 | 30,9 | 31,5 | 31,8 | 31,6 | 31,3 |
| 8 | 31,3 | 32,9 | 31,5 | 31,3 | 31,9 | 32,9 | 31,5 | 31,3 |
| 9 | 32,1 | 33,1 | 32,1 | 32 | 32,5 | 33,3 | 32,6 | 31,3 |
| 10 | 28,4 | 25,4 | 27,1 | 27,4 | 29,6 | 25,3 | 27,2 | 27,5 |
| 11 | 32,7 | 32,1 | 31,6 | 31,6 | 32,8 | 31,9 | 31,8 | 31,6 |
| 12 | 31,9 | 33,2 | 32,1 | 32,2 | 32 | 32,7 | 31,9 | 32,5 |
| 13 | 31,7 | 33,5 | 32,8 | 32,5 | 32,4 | 33,3 | 33 | 32,6 |
| 14 | 32,5 | 33,2 | 32,5 | 31,3 | 32,5 | 33,1 | 32,6 | 32,4 |
| 15 | 32 | 33 | 32,6 | 32,3 | 32 | 32,6 | 32,6 | 32,3 |
| 16 | 31 | 30 | 31,5 | 30,8 | 30,4 | 29,9 | 31,1 | 30,6 |
| 17 | 30,7 | 32,2 | 32,2 | 31,2 | 29,8 | 30,3 | 31,8 | 31 |
| 18 | 31,3 | 31,3 | 33 | 32,2 | 31,4 | 31,1 | 32,7 | 32,1 |
| Med. | 31,7 | 32,5 | 31,6 | 31,3 | 31,9 | 32,1 | 31,8 | 31,3 |

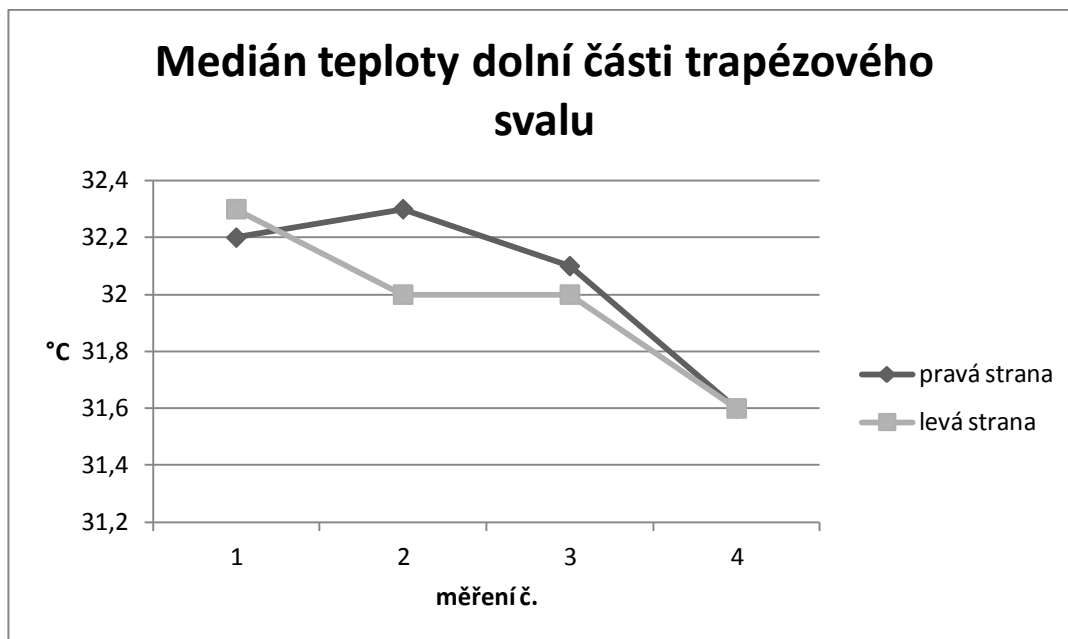


Obr. 13: Grafické znázornění teploty horní části trapézového svalu

V tabulce 4 lze zaznamenat mnoho zvláštností. Po vypočtení mediánu ze 17 vzorků je vidět, že celkové hodnoty okamžitě po cvičení rostou (obr. 13). Pravá i levá část zad se po dvou 15minutových intervalech po cvičení snižuje. Naopak u žáků číslo 3, 5 a 10 teplota po cvičení rapidně klesla. Všichni tyto žáci mají větší tukovou vrstvu, předpokládá se tedy, že to je důvod tohoto ochlazení. Po 15i minutovém odpočinku teplota opět stoupla. Trvalo tedy delší dobu, než se aktivita svalů projevila i na povrchu zad. U chlapce číslo 13 došlo ke zvýšení teploty po cvičení vzhledem k teplotě před cvičením až o 2°C.

Tab. 5: Naměřené hodnoty v oblasti dolní části trapézového svalu na pravé a levé straně

| žák č. | teplota dolní část trapézového svalu P | | | | teplota dolní část trapézového svalu L | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|---|-----------|-----------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 32,3 | 33,1 | 32,1 | 32,1 | 32,3 | 33,4 | 32 | 32 |
| 2 | 32,5 | 32,3 | 32 | 31,4 | 32,4 | 32 | 31,9 | 31,3 |
| 3 | 30,3 | 26,5 | 29,7 | 29,7 | 30,3 | 26,4 | 29,3 | 29,4 |
| 5 | 31,3 | 28,5 | 30,3 | 29,9 | 31 | 28 | 30 | 29,4 |
| 6 | 32,1 | 32,5 | 31,5 | 31,5 | 32,3 | 32,7 | 31,4 | 31,4 |
| 7 | 32,2 | 32,2 | 32,4 | 32 | 32,3 | 31,9 | 32 | 31,6 |
| 8 | 31,9 | 33 | 31,5 | 31,3 | 32,1 | 32,8 | 31,4 | 31,4 |
| 9 | 33,2 | 33,8 | 32,9 | 32,3 | 32,9 | 33,4 | 32,5 | 32 |
| 10 | 28,1 | 24 | 25,9 | 26,8 | 27,6 | 23,9 | 25,8 | 26,8 |
| 11 | 32,5 | 31 | 31,8 | 31,6 | 32,5 | 31 | 31,6 | 32 |
| 12 | 32,2 | 32,7 | 32,2 | 32,5 | 32,1 | 32,4 | 32,3 | 32,5 |
| 13 | 32,4 | 33,4 | 33 | 32,2 | 32,5 | 33,1 | 32,9 | 32,4 |
| 14 | 32,5 | 33,1 | 32,9 | 32,8 | 32,6 | 32,7 | 32,7 | 32,6 |
| 15 | 32,2 | 32,8 | 32,6 | 32,3 | 32,3 | 32,6 | 32,7 | 32,5 |
| 16 | 30,8 | 29,3 | 32,3 | 31,1 | 31 | 29,5 | 32 | 31,1 |
| 17 | 30,6 | 30,6 | 31,7 | 31 | 30,6 | 30,3 | 31,8 | 31 |
| 18 | 30,9 | 30,8 | 32,9 | 32 | 30,8 | 30,6 | 32,7 | 32,1 |
| Med. | 32,2 | 32,3 | 32,1 | 31,6 | 32,3 | 32 | 32 | 31,6 |

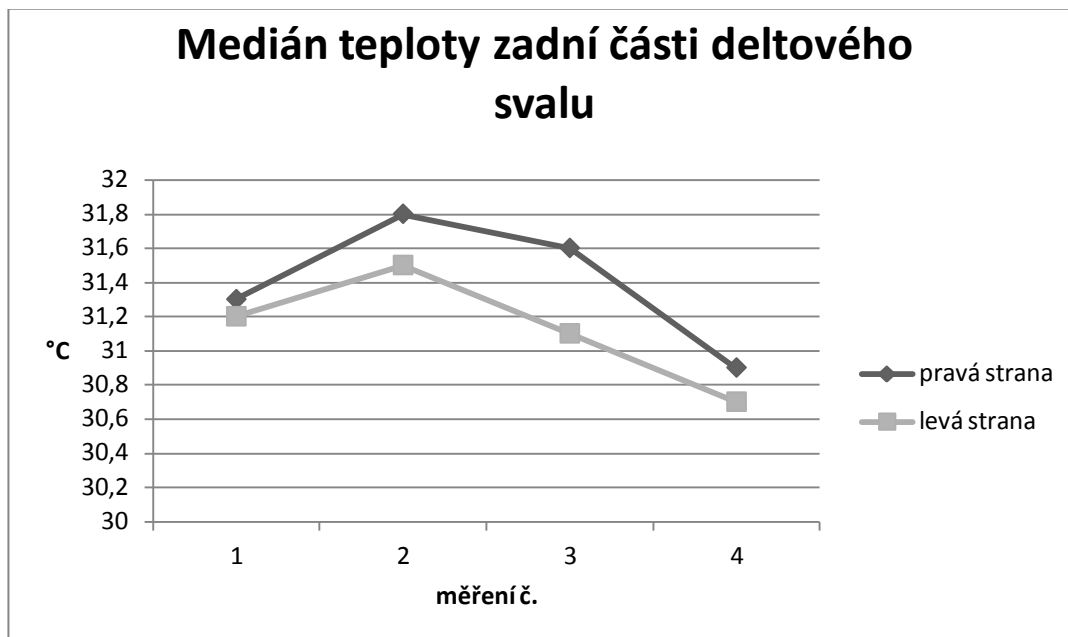


Obr. 14: Grafické znázornění teploty dolní části trapézového svalu

Obrázek 14 jasně ukazuje, že teplota v pravé oblasti horní části trapézového svalu okamžitě po cvičení stoupla o 0,1 °C, v levé části došlo k mírnému ochlazení o 0,3 °C. Pravá část po 15i minutových pauzách klesá, zatím co v levé části po prvních 15i minutách teplota zůstává stejná a až v druhé fázi odpočinku klesá. Je zajímavé, že se hodnoty čtvrtého měření u pravé i levé strany dolní části trapézového svalu zastavily na teplotě 31,6 °C. I zde (tab. 5) se projevuje větší tuková vrstva u respondentů 3, 5 a 10, u kterých teplota klesla řádově o 3 až 4 °C. Po prvním a druhém odpočinku se teplota vrací zpět do normálu, pouze u chlapce číslo 10 teplota sice mírně stoupne, ale tělo zůstává stále chladnější než při prvním měření. U žáka č. 8 se naopak teplota po cvičení zvýšila z 31,9 °C na 33 °C, po odpočinku se vrací zpět k přibližné teplotě počátečního měření.

Tab. 6: Naměřené hodnoty v oblasti zadní části deltového svalu na pravé a levé straně

| žák č. | teplota zadní část deltového svalu P | | | | teplota zadní část deltového svalu L | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 31,5 | 32,4 | 31,5 | 31,8 | 31,3 | 32,6 | 31,5 | 31 |
| 2 | 31,5 | 31,4 | 31,2 | 30,4 | 31,3 | 31,4 | 30,7 | 29,7 |
| 3 | 29,7 | 26 | 29 | 28,9 | 30,4 | 25,5 | 28,9 | 29 |
| 5 | 29,7 | 27 | 29,1 | 29,2 | 29,3 | 25,9 | 28,3 | 27,8 |
| 6 | 31,2 | 32,4 | 31,6 | 31,6 | 31,5 | 32,3 | 31,3 | 31,1 |
| 7 | 31,6 | 32 | 31,7 | 30,9 | 31,1 | 31,2 | 31,1 | 30,7 |
| 8 | 31,3 | 32,3 | 31,8 | 30,2 | 31,1 | 31,9 | 31,1 | 30,4 |
| 9 | 31,7 | 33 | 32,4 | 31,1 | 32,1 | 32,6 | 32 | 30,7 |
| 10 | 28,5 | 25,2 | 27,4 | 27,6 | 28,1 | 25,3 | 27,1 | 28 |
| 11 | 32,4 | 31,6 | 31,7 | 31,6 | 32,1 | 31,5 | 31,6 | 32,2 |
| 12 | 31,5 | 32,4 | 31,5 | 31,7 | 31,2 | 31,8 | 31,4 | 31,5 |
| 13 | 31,6 | 33,5 | 32,2 | 31,9 | 31,8 | 32,9 | 32,5 | 32,2 |
| 14 | 31,7 | 33 | 32,3 | 31,8 | 31,5 | 32,2 | 31,7 | 31,7 |
| 15 | 30,6 | 31,8 | 31,9 | 31,7 | 31,2 | 32 | 32,3 | 31,9 |
| 16 | 29,5 | 28,7 | 30,6 | 30 | 29 | 28,3 | 30,6 | 30,1 |
| 17 | 29,4 | 29,7 | 30,6 | 30,1 | 28,7 | 28,9 | 31 | 29,9 |
| 18 | 29,9 | 30,3 | 31,7 | 30,8 | 29,2 | 29,8 | 31,1 | 29,6 |
| Med. | 31,3 | 31,8 | 31,6 | 30,9 | 31,2 | 31,5 | 31,1 | 30,7 |

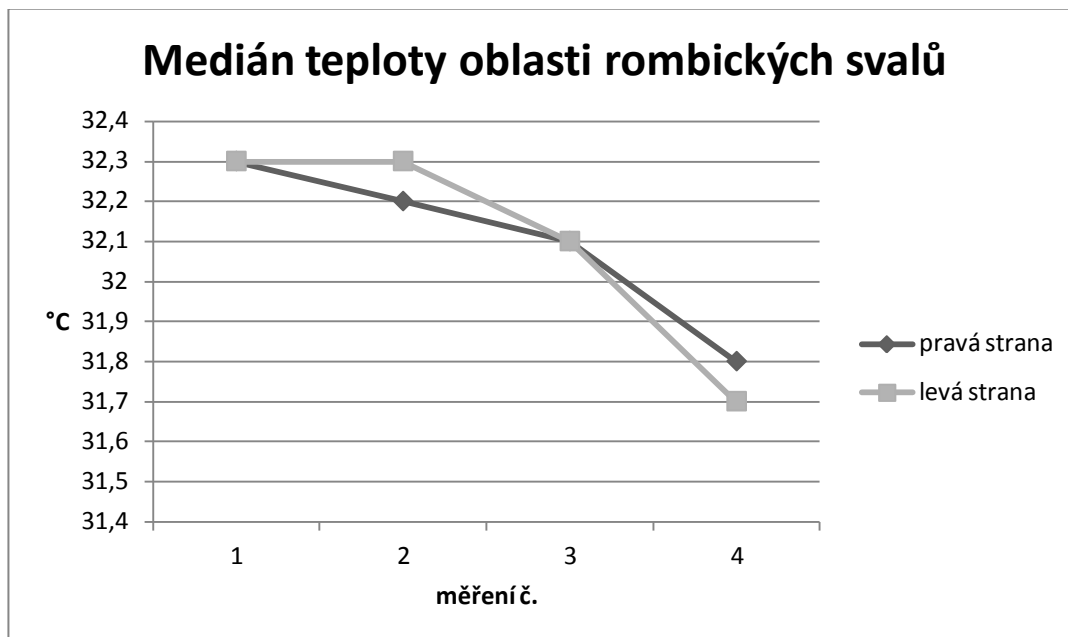


Obr. 15: Grafické znázornění teploty zadní části deltového svalu

Znázornění teplot zadní strany deltového svalu (obr. 15) ukazuje na pravé straně teplotu o něco málo vyšší než na straně levé. Pravá část těla se více zahřála okamžitě po cvičení více než levá, poté teploty klesají. Tab. 6 ukazuje výrazné ochlazení po cvičení opět u žáků 3 a 10, u žáka číslo 5 dochází také k ochlazení, ale už ne k tak markantnímu. Oblast deltového svalu žáka číslo 13 po cvičení vzrostla po cvičení o 1,9 °C a po dvou 15 minutových pauzách se teplota dostala na hodnotu 31,9 °C na pravé straně a dokonce na 32,2 °C na straně levé. Tato teplota je vyšší než teplota počáteční.

Tab. 7: Naměřené hodnoty v oblasti zadní části deltového svalu na pravé a levé straně

| žák č. | teplota oblasti rombických svalů P | | | | teplota oblasti rombických svalů L | | | |
|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 32,5 | 33,1 | 32 | 32 | 32,5 | 33,4 | 32,2 | 32,1 |
| 2 | 32,6 | 32,2 | 32,2 | 31,5 | 32,8 | 32,3 | 32,1 | 31,5 |
| 3 | 30 | 26,3 | 29,5 | 29,6 | 30,4 | 27,1 | 29,4 | 29,7 |
| 5 | 31,3 | 28,6 | 30,3 | 29,7 | 31,4 | 28,6 | 30,2 | 29,9 |
| 6 | 32,2 | 32,7 | 31,5 | 31,5 | 32,3 | 32,8 | 31,6 | 31,5 |
| 7 | 32,5 | 32,2 | 32,4 | 32 | 32,5 | 32,1 | 31,9 | 31,7 |
| 8 | 32,3 | 33,1 | 31,6 | 31,2 | 32,4 | 33,2 | 31,9 | 31,5 |
| 9 | 33,4 | 33,9 | 32,9 | 32,2 | 33,1 | 33,7 | 32,7 | 32,2 |
| 10 | 28,1 | 24,2 | 25,6 | 27 | 27,8 | 24,1 | 25,7 | 26,8 |
| 11 | 32,5 | 31,2 | 31,6 | 31,8 | 32,6 | 31,2 | 31,6 | 32,1 |
| 12 | 32,3 | 32,9 | 32,3 | 32,5 | 32,3 | 32,8 | 32,5 | 32,6 |
| 13 | 32,6 | 33,7 | 33 | 32,7 | 32,4 | 33,2 | 33 | 32,6 |
| 14 | 32,6 | 33,3 | 32,9 | 32,7 | 32,6 | 33,1 | 32,8 | 32,4 |
| 15 | 32,3 | 32,8 | 32,8 | 32,5 | 32,1 | 32,6 | 32,8 | 32,6 |
| 16 | 31 | 29,3 | 32,1 | 31,5 | 31 | 29,7 | 32,1 | 31,5 |
| 17 | 30,8 | 30,8 | 31,8 | 31,3 | 30,8 | 30,7 | 32 | 31,4 |
| 18 | 31,1 | 30,8 | 33 | 32 | 31 | 30,5 | 32,9 | 32 |
| Med. | 32,3 | 32,2 | 32,1 | 31,8 | 32,3 | 32,3 | 32,1 | 31,7 |



Obr. 16: Grafické znázornění teploty oblasti rombických svalů

Konkrétní teploty oblasti rombických svalů zvolených žáků jsou znázorněna v tab. 7, medián všech hodnot je dokumentován v obr. 16. Ukázalo se, že teploty před cvičením jsou na pravé i levé straně shodné. V Pravé části v oblasti rombických svalů tentokrát po cvičení teplota lehce klesla, na levé straně teplota po cvičení zůstala stejná jako před cvičením. Po prvních 15 minutách odpočinku teplota klesla pouze mírně, po druhých 15 minutách teplota klesla daleko více. U žáků 3 a 10 se opět projevuje větší tuková vrstva a teplota klesá opět téměř o 3-4 °C. Teplota po cvičení u těchto žáků stoupá. Průběh teplotní křivky je naprosto opačný než u vypočtených hodnot mediánu všech žáků.

Tab. 8: Naměřené hodnoty v oblasti širokého svalu zádového na pravé a levé straně

| žák č. | teplota oblasti širokého svalu zádový P | | | | teplota oblasti širokého svalu zádový L | | | |
|---------------|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-----------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 31,3 | 31,4 | 31,4 | 31,3 | 31,6 | 31,4 | 31,1 | 31,1 |
| 2 | 31,4 | 29,7 | 30,5 | 30,3 | 31,3 | 29,6 | 30,3 | 30,3 |
| 3 | 29,2 | 25,6 | 28,3 | 29 | 29,8 | 26,1 | 28,5 | 29,3 |
| 5 | 29,4 | 26,3 | 27,8 | 28,8 | 29,3 | 26,1 | 28,2 | 28,4 |
| 6 | 31,7 | 31,6 | 31,3 | 31,6 | 31,7 | 31,5 | 31,2 | 31,3 |
| 7 | 31,7 | 30,9 | 31,5 | 31,2 | 31,6 | 30,8 | 31,4 | 30,9 |
| 8 | 31,2 | 31,9 | 30,6 | 30,6 | 31,3 | 32,1 | 30,9 | 30,9 |
| 9 | 32,6 | 32,7 | 32,2 | 31,4 | 32,3 | 32,1 | 32 | 31,3 |
| 10 | 27,5 | 23,9 | 25,7 | 26,4 | 27,7 | 24,1 | 26,1 | 26,6 |
| 11 | 31,5 | 29,4 | 30,8 | 30,8 | 31,7 | 29,9 | 30,9 | 30,9 |
| 12 | 31 | 30,8 | 30,8 | 31,5 | 31,2 | 31,3 | 31 | 30,9 |
| 13 | 31,9 | 32,1 | 32,1 | 31,5 | 31,9 | 32 | 32,1 | 31,6 |
| 14 | 31,6 | 31,8 | 31,9 | 31,7 | 31,9 | 31,8 | 32,1 | 31,7 |
| 15 | 30,8 | 30,7 | 31,8 | 31,6 | 31 | 31,2 | 32,2 | 31,9 |
| 16 | 29,5 | 27,5 | 30,5 | 30,2 | 29,4 | 27,1 | 30,1 | 30 |
| 17 | 29,6 | 27,8 | 30,3 | 30 | 29,3 | 27,8 | 30,3 | 30,3 |
| 18 | 29,7 | 28,4 | 31,7 | 30,5 | 29,6 | 28,7 | 31,4 | 30,5 |
| medián | 31,2 | 30,7 | 30,8 | 30,8 | 31,3 | 30,8 | 31 | 30,9 |

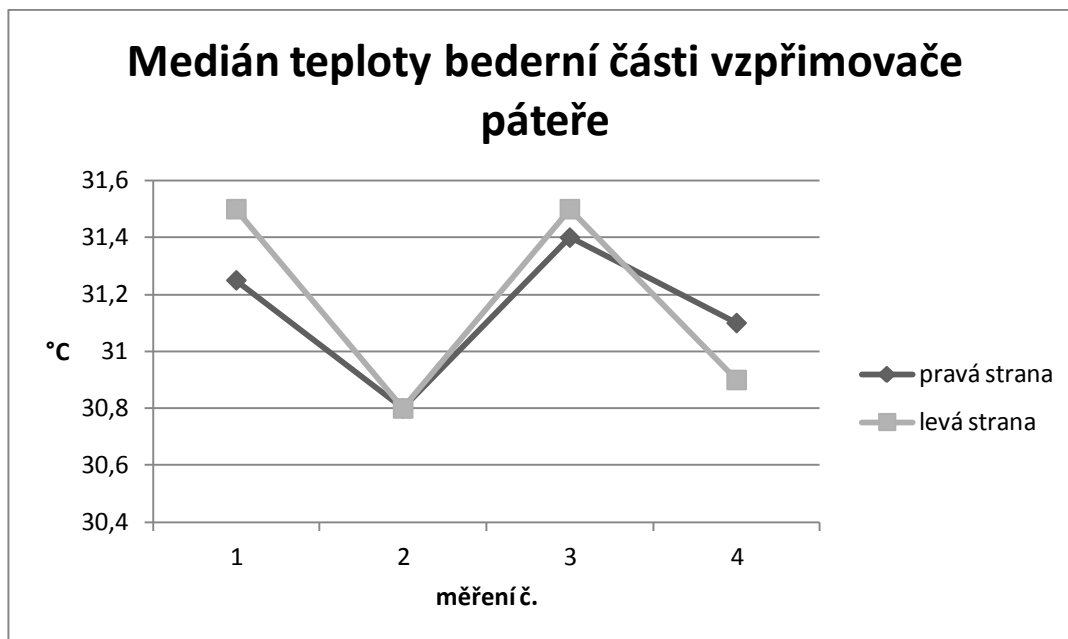


Obr. 17: Grafické znázornění teploty oblasti širokého zádového svalu

V oblasti širokého svalů zádového došlo k tomu, že teplota po cvičení v celkovém hodnocení klesla na pravé i levé straně podobně o cca 0,5 °C (obr. 17). Jde o první zkoumanou oblast, ve které k tomuto jevu došlo. Při třetím měření se teplota opět zvýšila, na levé straně došlo k většímu zahřátí než vpravo. Hodnoty na levé straně jsou v tomto případě o pár desetín stupňů vyšší než na pravé straně. Z tabulky 8, lze jednoduše vyčíst, že na pravé straně u žáků 1 a 14 se teploty v jednotlivých měřeních téměř nezměnily, po cvičení se teplota mírně zvýšila. U žáka číslo 8 se teplota při druhém měření zvýšila o 0,7 °C. Naopak u žáků 3, 5 a 10 se teplota 2. měření snížila i o 4 °C. zajímavé je porovnání posledních tří žáků v řadě. Průběh jejich teplotní křivky je velice podobný. Po cvičení je vidět mírné ochlazení, při 3. měření jsou zjištěny nejvyšší hodnoty. U žáka 18 se teplota zvýšila až o necelé 3 °C. V levé části zad je průběh podobný.

Tab. 9: Naměřené hodnoty v oblasti bederní části vzpřimovače zad na pravé a levé straně

| žák č. | bederní část vzpřimovače páteře P | | | | bederní část vzpřimovače páteře L | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 32,2 | 32,1 | 31,4 | 31,7 | 32 | 31,8 | 31,6 | 31,2 |
| 2 | 31,8 | 29,3 | 30,7 | 30,8 | 31,5 | 29 | 30 | 30,1 |
| 3 | 30,2 | 27,2 | 29,3 | 29,4 | 30,5 | 26,7 | 29 | 29,5 |
| 5 | 30,8 | 26,8 | 29,2 | 29,6 | 30,6 | 26,7 | 29,3 | 29,9 |
| 6 | 32,1 | 31,8 | 32,1 | 32 | 31,8 | 31,8 | 31,9 | 31,6 |
| 7 | 32 | 30,8 | 31,4 | 31,3 | 31,9 | 30,8 | 31,5 | 30,9 |
| 8 | 31,7 | 32,2 | 31,4 | 30,7 | 31,9 | 32,5 | 31,1 | 30,8 |
| 9 | 32,4 | 32,7 | 32,3 | 31,4 | 32,2 | 32,5 | 32 | 31,2 |
| 10 | 29,4 | 25,3 | 27,5 | 28,4 | 29,5 | 25,6 | 27,6 | 27,7 |
| 11 | 32,1 | 29,7 | 30,8 | 30,6 | 32,1 | 29,9 | 30,8 | 30,7 |
| 12 | 31,4 | 31 | 31,4 | 31,5 | 31,5 | 31,3 | 31,5 | 31,6 |
| 13 | 32,2 | 32,5 | 32,2 | 31,5 | 32 | 32,2 | 32,3 | 31,6 |
| 14 | 21,7 | 31,7 | 32,1 | 31,5 | 31,8 | 31,8 | 32,1 | 31,5 |
| 15 | 31,1 | 30,8 | 32,1 | 31,9 | 31,2 | 31 | 32,1 | 31,2 |
| 16 | 29,9 | 27,3 | 30,5 | 30,4 | 29,4 | 27 | 29,9 | 29,8 |
| 17 | 30,7 | 28,8 | 31,9 | 30,8 | 30,5 | 28,1 | 31,3 | 30,5 |
| 18 | 30,3 | 28,8 | 31,9 | 31,1 | 30,3 | 28,7 | 31,8 | 30,9 |
| Med. | 31,25 | 30,8 | 31,4 | 31,1 | 31,5 | 30,8 | 31,5 | 30,9 |

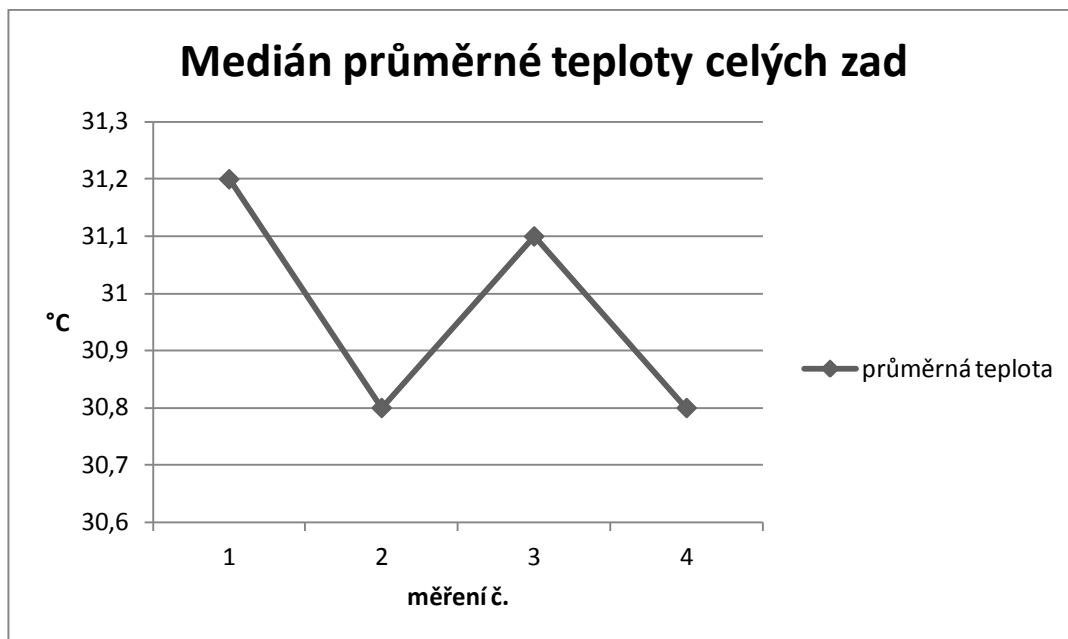


Obr. 18: Grafické znázornění teploty oblasti bederní části vzpřimovače páteře

Z grafického znázornění průběhu teplot v bederní části vzpřimovače páteře (obr. 18) je patrné, že teploty po cvičení na obou stranách klesly. Vpravo došlo k mírnějšímu ochlazení, ale na levé straně se teplota snížila 0,7 °C. Po 15 minutovém odpočinku se však teplota dostala na stejnou hodnotu jako před cvičením, na pravé straně je teplota dokonce vyšší. Důvodem snížení teploty po cvičení a zvýšení v pozdějším stádiu je pravděpodobně to, že se při používání Flexi-baru zapojuje hluboký stabilizační systém. Pracují tedy svaky v nižších vrstvách a nějakou dobu trvá, než je výsledek patrný i na povrchu těla. Tabulka (tab. 9) znázorňující hodnoty všech žáků naznačuje, že pouze u žáků 8 a 9 se teplota v oblasti vzpřimovačů zad po cvičení zvýšila. U ostatních došlo ke snížení. Po prvním odpočinku je u většiny žáků patrné zahřátí, nejvýraznější je u žáků 16, 17 a 18, u kterých došlo až k 3 °C zahřátí. U žáků 3, 5 a 10 opět došlo po cvičení k ochlazení. Pouze u těchto chlapců došlo k nárůstu teplot i ve čtvrtém měření, které se provádí až 30 min. po ukončení cvičení.

Tab. 10: Naměřené hodnoty průměrných teplot celých zad

| žák č. | Průměrná hodnota celých zad | | | |
|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 31,2 | 32 | 31,1 | 31,4 |
| 2 | 31,5 | 30,6 | 30,8 | 30,3 |
| 3 | 29,1 | 25,8 | 28,5 | 29,2 |
| 5 | 29,6 | 26,9 | 28,6 | 28,8 |
| 6 | 31,7 | 31,7 | 31,1 | 31,3 |
| 7 | 31 | 30,8 | 31,4 | 30,7 |
| 8 | 31,5 | 31,9 | 30,6 | 30,5 |
| 9 | 32,2 | 32,4 | 31,8 | 31 |
| 10 | 27,8 | 24,4 | 26,2 | 26,8 |
| 11 | 32 | 30,4 | 30,9 | 31,3 |
| 12 | 31,2 | 31,3 | 31,1 | 31,7 |
| 13 | 31,9 | 32,2 | 32,1 | 31,9 |
| 14 | 31,6 | 32,2 | 32 | 31,6 |
| 15 | 31,1 | 31,2 | 31,7 | 31,7 |
| 16 | 29,5 | 28,2 | 30 | 30,1 |
| 17 | 29,6 | 28,8 | 30,5 | 30,1 |
| 18 | 30 | 29,1 | 31,7 | 30,8 |
| Med. | 31,2 | 30,8 | 31,1 | 30,8 |

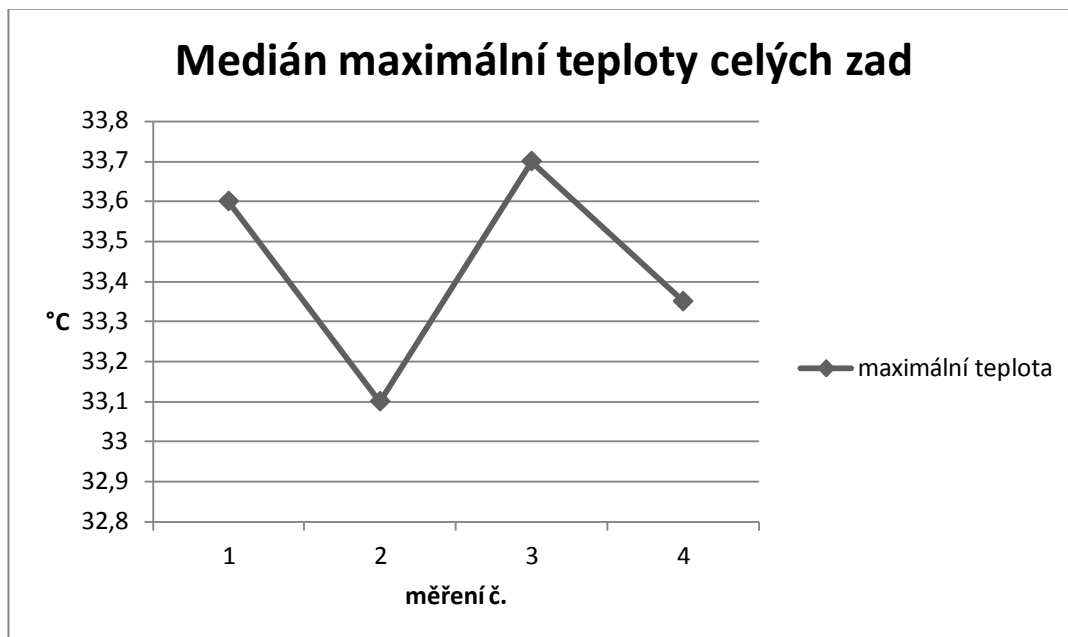


Obr. 19: Grafické znázornění průměrné teploty celých zad

Průměrná teplota celých zad (obr. 19) naměřená okamžitě po cvičení opět klesá. Snížení ale není tak výrazné, jde pouze o snížení o 0,4 °C. Při třetím měření došlo k mírnému zvýšení hodnot, ale po 30 minutách po ukončení aktivity dochází k ochlazení na stejnou hodnotu jako při druhém měření. Průměrná teplota zad jednotlivců (tab. 10) ukazuje velmi malé rozmezí teplot mezi prvním a čtvrtým měřením. Pouze u chlapců s větším podílem tukové vrstvy dochází k výraznějšímu kolísání hodnot a to i o 2-3 °C. U žáka 12 došlo ke zvýšení teplotních hodnot před cvičením a po 30 minutách po cvičení z 31,2 °C na 31,7 °C.

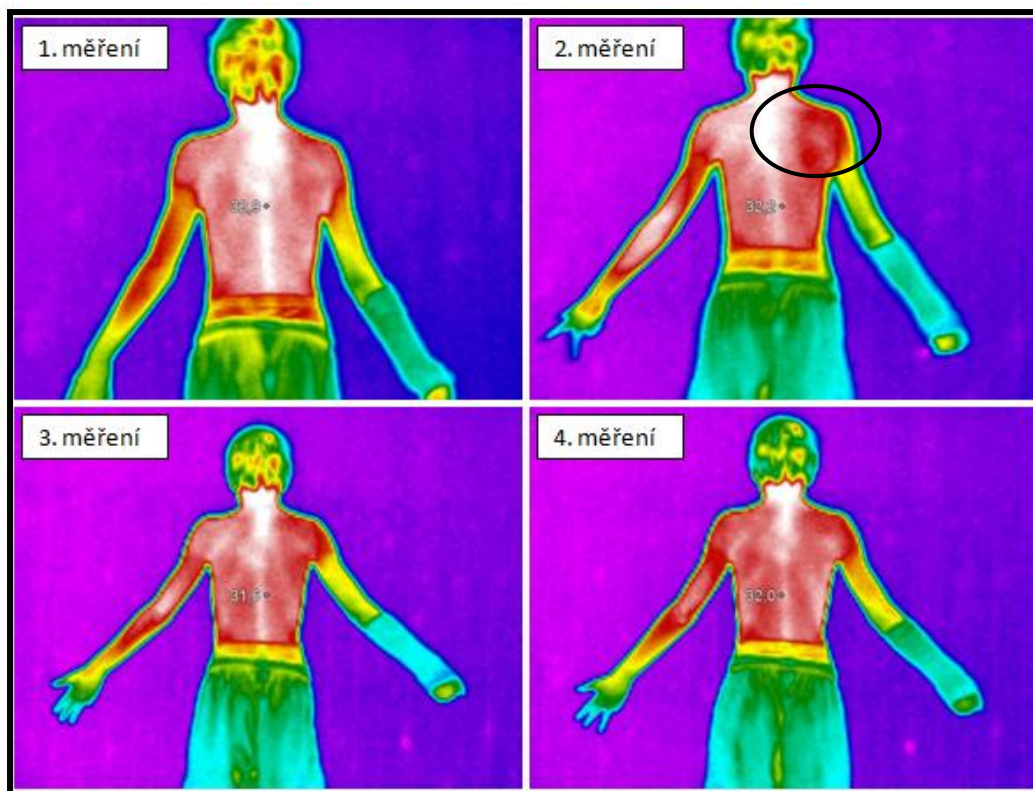
Tab. 11: Naměřené hodnoty maximálních teplot celých zad

| žák č. | Maximální teplota celých zad | | | |
|-------------|------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 1. měření | 2. měření | 3. měření | 4. měření |
| 1 | 33,8 | 33,7 | 34,1 | 34,2 |
| 2 | 33,9 | 33,1 | 33,4 | 32,9 |
| 3 | 33,8 | 31,6 | 33 | 33,4 |
| 5 | 32,5 | 30,3 | 31,9 | 32 |
| 6 | 33,9 | 33,8 | 33 | 33,4 |
| 7 | 33,3 | 32,9 | 33,9 | 33,2 |
| 8 | 33,3 | 33,6 | 33,5 | 32,6 |
| 9 | 34,1 | 34,2 | 33,9 | 33,6 |
| 10 | 32,9 | 29,6 | 32,7 | 32,2 |
| 11 | 33,6 | 33,1 | 33,3 | 33,2 |
| 12 | 33,3 | 33,8 | 33 | 33,3 |
| 13 | 33,7 | 34,2 | 33,9 | 34,1 |
| 14 | 33,7 | 33,8 | 34,7 | 33,8 |
| 15 | 33,6 | 34,1 | 34,4 | 33,6 |
| 16 | 32,2 | 31,3 | 34,4 | 34 |
| 17 | 32,6 | 32,4 | 34,3 | 33,1 |
| 18 | 32,8 | 32,7 | 33,7 | 33,8 |
| Med. | 33,6 | 33,1 | 33,7 | 33,35 |

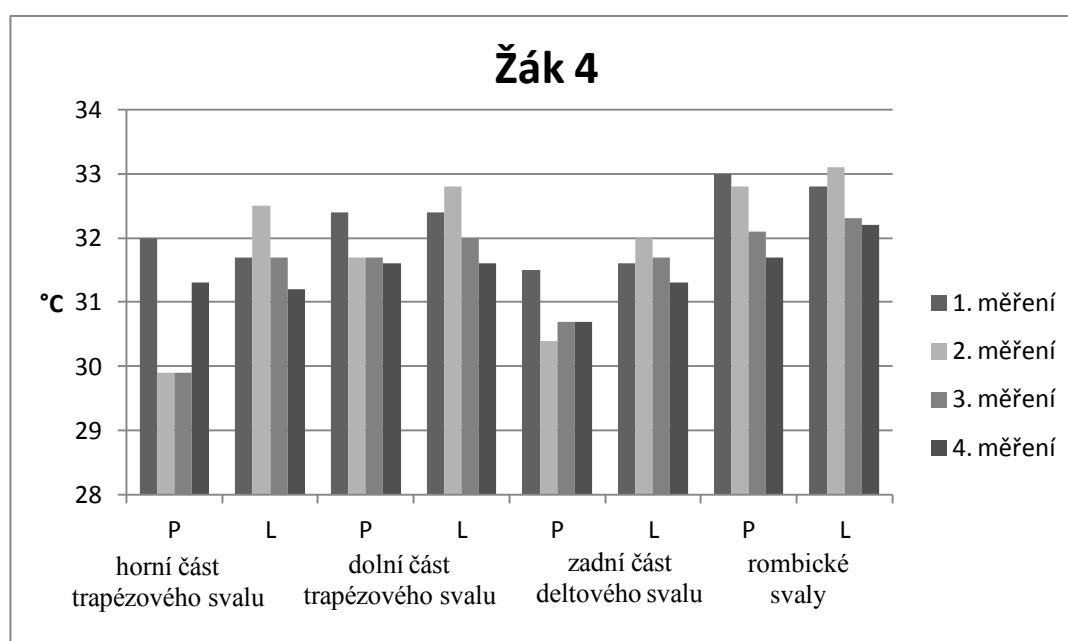


Obr. 20: Grafické znázornění maximální teploty celých zad

U vyhodnocování jednotlivých teplot zad byla odečtena i maximální teplota celých zad. Teplotní hodnota, jak znázorňuje obr. 20, okamžitě po cvičení klesá o 0,5 °C, v průběhu 15 minutového odpočinku teplota ovšem rostla, až k číslu 33,7 °C, po dalších 15 minutách teplota mírně klesá. Tab. 11 ukazuje, že žákům 1 a 16 teplotní křivka neustále roste. Poslední měření je až o 2 °C vyšší než u prvního měření. U chlapce 10 došlo po cvičení ke snížení teploty až o 3,3 °C, po 15 minutách se maximální teplota zad téměř vrací na hodnotu, která byla změřena před cvičením.

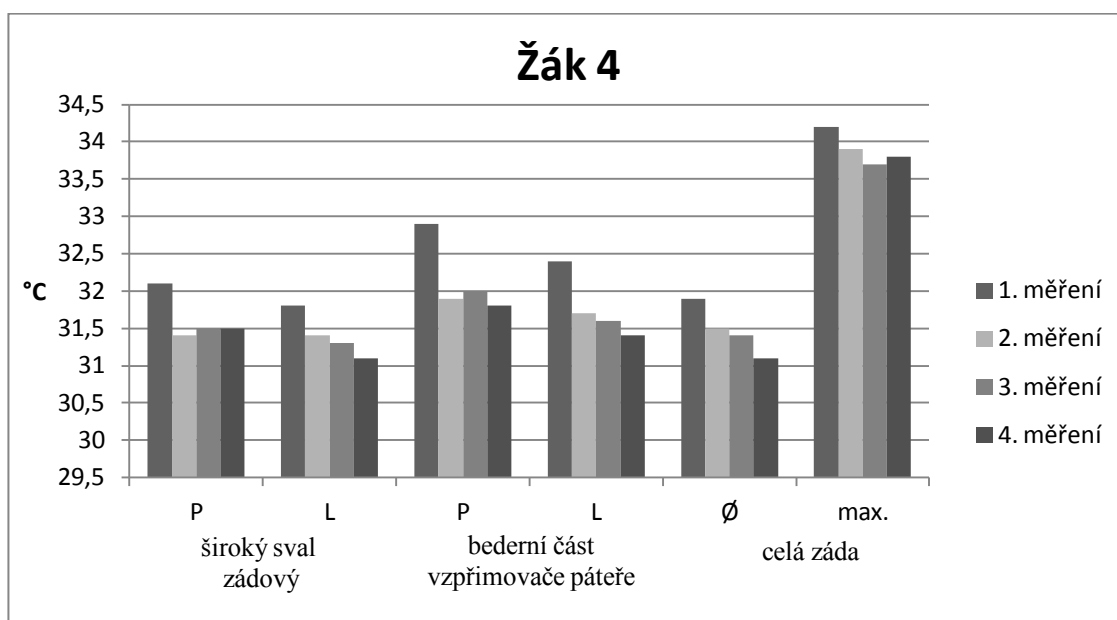


Obr. 21: Termografické fotografie zachycující teploty zad před cvičením, okamžitě po cvičení, 15 a 30 minut po cvičení. (žák 4)



Obr. 22: naměřené hodnoty žáka číslo 4 (P – pravá strana, L – levá strana)

Žák 4, měl v době výzkumu zlomenou pravou ruku, i přes tuto skutečnost chtěl s Flexi-barem cvičit a podrobit se měření. Vzhledem k jeho indispozici celých 25 minut cvičil s Flexi-barem pouze v levé paži, bylo zajímavé sledovat, jak bude reagovat svalstvo zad. Z obrázku 21 je vidět, že teplota na pravé straně okamžitě po cvičení vždy klesla. Největší rozdíl je vidět na pravé straně horní části trapézového svalu, kde došlo k ochlazení o 2,1 °C. Naopak druhé měření stejného svalu, ale na levé straně, prokazuje zvýšenou teplotu o 0,8 °C. Pouze u horní části trapézového svalu na pravé straně došlo při čtvrtém měření k výparnému zvýšení teploty, v ostatních oblastech zad teploty třetím a čtvrtém měření klesaly (obr. 22).



Obr. 23: Naměřené hodnoty žáka číslo 4 – 2. část (P – pravá strana, L – levá strana)

Obr. 23 neukazuje žádné zásadní rozdíly na pravé a levé straně chlapce se zlomenou rukou, na pravé straně je pouze patrnější ochlazení okamžitě po cvičení. Třetí měření na pravé straně ukazuje mírné zahřátí v oblasti širokého svalu zádového a v bederní části vzpřimovače páteře. Na levé straně dochází k mírnému snížení teplot. Průměrná teplota zad klesá, nejvýraznější ochlazení je vidět okamžitě po cvičení, poté teplota klesá pomaleji. U maximální hodnoty celých

zad je vidět nejvyšší teplota u prvního měření, u druhého a třetího měření teplota mírně klesá, čtvrté měření prokazuje zahřátí.

8.1. Shrnutí empirické části

Empirická část pomohla k upřesnění a ukázce, které svaly se při cvičení s Flexi-barem aktivují a jsou tedy metabolicky aktivní. Je zajímavé, že v horní části zad byly teploty na pravé straně zad vyšší než vlevo. Naopak ve spodní části zad docházelo k tomu, že v levé části zad byla teplota vyšší než na straně pravé. Hned u hodnocení první partie byl vidět teplotní rozdíl chlapců a nadváhou a hochů, které lze zařadit k běžné průměrné populaci. Chlapci s viditelně větší tukovou vrstvou měli teploty druhého měření podstatně nižší než ostatní. V případě posledních dvou měření teplota stoupala strměji než u jedinců s malou tukovou vrstvou.

Tab. 12: Změny teplot po cvičení proti teplotám před cvičením (plné šipky splňují očekávání)

| část zad | 2. měření | | 3. měření | | 4. měření | |
|---------------------------------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| | P | L | P | L | P | L |
| horní část trapézového svalu | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| dolní část trapézového svalu | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| zadní část deltového svalu | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ |
| rombické svaly | ↓ | ⇒ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| široký sval zádový | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| bederní část vzpřimovače páteře | ↓ | ↓ | ↑ | ⇒ | ↓ | ↓ |

Předpoklad změn teplot po cvičení ukazuje tab. 12.

- Zcela jasné zvýšení teplot došlo v místě odpovídajícímu zadní partii deltového svalu bezprostředně po cvičení oboustranně a 15 min. po cvičení na pravé straně.
- K jasnému zvýšení teploty došlo v horní části trapézového svalu bezprostředně po cvičení na pravé i levé straně.
- K částečnému zvýšení teploty došlo na pravé straně v dolní části trapézového svalu (pouze po cvičení) a na pravé straně v bederní části vzpřimovače po 15 min po cvičení.
- Stagnace teplot je patrná u rombických svalů na levé straně bezprostředně po cvičení a v bederní části vzpřimovače páteře na levé straně po 15i min. po cvičení.
- Pokles teplot je vidět v oblasti širokého svalu zádového a v bederní části vzpřimovače páteře bezprostředně po cvičení a u všech svalů při měření po 30min. po cvičení.

Tab. 13: Změny teplot po 15i a 30i min. po cvičení proti teplotám okamžitě po cvičení (plné šipky splňují očekávání)

| část zad | 3. měření | | 4. měření | |
|---------------------------------|-----------|---|-----------|---|
| | P | L | P | L |
| horní část trapézového svalu | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| dolní část trapézového svalu | ↓ | ⇒ | ↓ | ↓ |
| zadní část deltového svalu | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| rombické svaly | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| široký sval zádový | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| bederní část vzpřimovače páteře | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

Předpoklad změn teplot po 15i a 30i min. po cvičení je zveřejněn v tab. 13.

- Zcela jasné snížení teplot po 15i a 30i min. po cvičení došlo v oblasti horní části trapézového svalu na pravé straně a v zadní části deltového svalu na levé straně.
- Ke snížení teplot došlo u horní části trapézového svalu na levé straně, v oblasti dolní části trapézového a zadní části deltového svalu na pravé straně a oboustranně u rombických svalů.
- Stagnace teploty je patrná po 15i min. po cvičení v oblasti dolní části trapézového svalu na levé straně.
- K mírnému zvýšení teplot došlo v oblasti širokého svalu zádového a to oboustranně.
- K jasnému zvýšení teplot proběhlo po 15i min. po cvičení oboustranně v oblasti vzpřimovačů bederní části páteře.

Závěr

Závěrečná práce je psána s úmyslem ukázat, že efekt cvičení s Flexi-barem je opravdu znatelný. Je k tomu použita infračervená kamera, která dokáže zhodnotit, jakou má určitá oblast těla teplotu na povrchu těla. Teoretická část je věnována všeobecným informacím o Flexi-baru, jak a kde ho lze využít, pro koho je Flexi-bar vhodný. Dále se v práci objevuje popis svalů zad, svalů pánevního dna a břišního svalstva. Důvodem výběru těchto svalů je, že již z dřívějších studií je známo, že Flexi-bar působí na tyto svaly. V neposlední řadě je zde popsána termoregulace těla, část je věnována přeměně mechanické energie na energii tepelnou. Technicky je popsána práce s termokamerou. Teoretická část je zaměřena na hodnocení teplotních rozdílů u zvolené skupiny 18 žáků základní školy, kteří podstoupili 25 minut tréninku s Flexi-barem a potřebné fotografování infračervenou termokamerou. Objevují se grafy a tabulky, ve kterých jsou zveřejněny teplotní hodnoty jednotlivých částí zad všech testovaných žáků. Samostatně je vyhodnocen jeden z žáků, který měl v době výzkumu zlomenou ruku, ale i přes to cvičil. Jeho hodnoty se natolik lišily od ostatních, že nemohl být zařazen do celkového hodnocení.

Při hledání odpovědí na vědecké otázky byly zjištěny tyto závěry:

- Předpokládané zvýšení teploty okamžitě po cvičení u vybraných šesti svalových partií bylo potvrzeno pouze v případě horní i dolní části trapézového svalu a na zadní straně svalu deltového. Ke snížení nebo stagnaci teploty došlo u rombických svalů, širokého svalu zádového i v oblasti vzpřimovače bederní páteře.
- Předpokládané snížení teplot vybraných svalů bylo prokázáno pouze v oblasti horní i dolní části trapézového svalu, u rombických svalů a v zadní části deltového svalu. Naopak se zvýšení došlo u širokého svalu zádového a v bederní oblasti vzpřimovače páteře.

Předpokladem je, že k tomuto jevu dochází proto, že cvičení s Flexi-barem zamětnává především svaly uložené v hlubší vrstvě zad. Jejich zahřátí se na povrchu těla projeví až v pozdější fázi.

Seznam použitých zdrojů

1. Bartůňková, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: Učební texty pro studenty fyzioterapie a studia tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolínium.
2. Dimon, T. (2009). *Anatomie v pohybu: Základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů*. Praha: Pragma.
3. Dobšák, P., Siegelová, J., Svačinová, H., Homolka, P., Dunklerová, L., Sosíková, M. & Placheta, Z. (2009). *Klinická fyziologie tělesné zátěže: vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. Brno: Masarykova univerzita.
4. Doubková, A. & Linz, R., (2011). *Anatomie pro bakalářský studijní obor Fyzioterapie: 1. díl*. Praha: Karolinum.
5. Doubková, A., & Linc, R. (2011). *Anatomie pro bakalářský studijní obor: Fyzioterapie I. díl*. Praha: Karolínium.
6. Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.
7. Eliška, O. & Elišková, M. (2009). *Aplikovaná anatomie pro fyzioterapeuty a maséry*. Praha: Galén.
8. Grim, M., & Druga, D. (2001). *Základy anatomie: 1. Obecná anatomie a pohybový systém*. Praha: Galén.
9. Havlíčková, L. & kol. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže I: Obecná část*. Praha: Karolinum.
10. Honova, K. (2012). Aktivace hlubokého stabilizačního systému a trénink stabilizace kloubu končetin s využitím tyče Flexi-bar. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství 2012 (2)*, 90-94.
11. Jandová, D. (2009). *Balneologie*. Praha: Grada.
12. Kittnar, O. & kol. (2011). *Lékařské fyziologie*. Praha: Grada.
13. Kučera, M., Kolář, P., Dylevský, I. & kol. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén.
14. Linc, R. & Dubková, A. (2002). *Anatomie hybnosti 1*, 1. vyd. Praha: Karolínium, 2002. 247 s. ISBN 80-7184993-6.

15. Máček, M. & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klimatické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
16. Máčková, J. (1995). *Neviditelný svět: Svaly*. Frýdek-místek: Alpress.
17. Maryšková, H., (2007). *Termografie ve sportovní medicíně*. Brno: Fakulta sportovních studií
18. Mileva, K. N., Kadr, M., Amin, N. & Bowtell, J. L. (2010). Acute effects of Flexi-bar vs. Sham-bar exercise on muscle electromyography activity and performance. *J Strength Cond Res.* 2010/24 (3), 737-748.
19. Mrázková, O. (1995). *Systematická, topografická a klinická anatomie: III. Pohybový aparát hlavy a trupu*. Praha: Karolínium.
20. Naňka, O. & Elišková (2009). *Přehled anatomie: Druhé, doplněné a přepracované vydání*. Praha: Galén.
21. Novotný, J. (2009). Využití termografie pro sportovce. *Studia sportiva.* 2009/3 (1), 33-42.
22. Petrovický, P., (1995). *Systematická, topologická a klinická anatomie: Obecné základy anatomie, 1. díl*. Praha: Karolínium.
23. Přehnal, M., (2011). *Termodynamické projevy svalů zad u lidí s rozdílným zaměstnáním (sedavé a nesesedavé)*. Brno: Fakulta sportovních studií.
24. Rokyta, R. & kol. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia: v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech* (2.nd ed), Praha: ISV.
25. Silbernagl, S. & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka* (6. th ed), Praha: Grada.
26. Toufarová, H. (n.d.). *Flexi-bar: Basic workshop*. Brno.
27. Vigué, J. & Martín, O. E., (2008). *Atlas lidského těla v obrazech: anatomie: histologie: patologie*. Dobřejovice: Rebo production.

Elektronické zdroje:

1. Dippert T., Miller K., v. Stengel S. & Kemmler W. (n.d.). *Spotřeba energie během 30-ti minutové tréninkové jednotky s vibrační tyčí*

- Flexi-bar : pilotní studie.* [online]. Retrieved from <<http://www.flexi-bar.de/content10/studien-auszeichnungen/FLEXI-BAR-Studie-IMP2010-D.pdf>>. / (accessed 1.30., 2013)
2. Flexi-sports, (2010). *Emirates hiát street colection: Flexi Sports FLEXI-BAR with Black an Beauty DVD 1167* [online]. Retrieved from <http://www.emirateshighstreet.com/Flexi+Sports+FLEXI-BAR+with+Back+and+Beauty+DVD+1187-p-1360.html>. (accessed 3.30., 2013)
 3. Flusserová, Š. (2004). *Ronnie.cz: zádové svaly.* [online]. Retrieved from <http://medicina.ronnie.cz/c-540-svaly-zadove.html>. (accessed 4.10., 2013)
 4. Granville, (2013). *Svět potravin: BMI kalkulačka pro děti.* [online]. Retrieved from <http://www.svet-potravin.cz/bmi-kalkulacka-deti.aspx>. (accessed 4.8., 2013)
 5. Gunsch, M. D., (2009). *Tiefenwirksames 3D-Training mit dem Flexi-Bar.* [online]. Retrieved from Dostupný z WWW: <http://www.flexi-bar.de/content10/studien-auszeichnungen/PM6-2009_gunsch_3-D.pdf>. (accessed 1.18., 2013)
 6. Lico, J., (n.d.). *Fluke: Termokamra Fluke TiR* [online]. Retrieved from <http://www.fluke.com/fluke/czcs/termokamery/fluketir.htm?PID=56190>. (accessed 4.13., 2013)
 7. Mencl, P., (2011). *Výzkumný a vývojový ústav dřevařský: Termografie.* [online]. Retrieved from www.vvud.cz/laboratore/termografie. (accessed 3.15., 2013)
 8. Monk, I., (2011). *More books: Copress* [online]. Retrieved from https://www.morebooks.de/books/de/published_by/copress/3742/products?page=4. (accessed 4.13., 2013)
 9. Reguli, Z., (2011). *Inovace SEBS a ASEBS: Fyziologie ASEBS.* ®. [online]. Retrieved from <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/fyziologie/fyziologie-a-patofyziologie>. (accessed 3.22., 2013)

10. Štuka, Č., (2013). *Wikiskripta eu: Termografie*. [online]. Retrieved from <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Termografie>. (accessed 3.15., 2013)
11. Toufarová, H., (2010). *Flexi-bar: Co je Flexi-bar?* (a) [online]. Retrieved from <http://www.flexibar.cz/flexi-bar/co-je-flexi-bar/>. (accessed 1.18., 2013)
12. Toufarová, H., (2010). *Flexi-bar: Jak se Flexi-bar používá?* (b) [online]. Retrieved from <http://www.flexibar.cz/flexi-bar/jak-se-flexi-bar-pouziva/>. (accessed 1.18., 2013)
13. Toufarová, H., (2010). *Flexi-bar: Pro koho je Flexi-bar vhodný?* (c) [online]. Retrieved from <http://www.flexibar.cz/flexi-bar/pro-koho-je-flexi-bar-vhodny/>. (accessed 1.18., 2013)
14. Toufarová, H., (2010). *Flexi-bar: Tyče Flexi-bar* (d) [online]. Retrieved from <http://www.flexibar.cz/tyce-flexi-bar/>. (accessed 1.25., 2013)

Přílohy

Příloha 1: Souhlas rodičů testovaných žáků:

Vážení rodiče,

Jsem studentkou 5. ročníku Fakulty sportovních studií. Tématem mé diplomové práce je Účinek cvičení s Flexi-Barem na zádové svaly v obraze termovize. Ve škole, kterou navštěvují vaše děti, jsem absolvovala v loňském roce pedagogickou praxi. Proto bych ráda, po vašem svolení, provedla s vašimi dětmi výzkumnou část mé diplomové práce.

Cvičení s Flexi-barem je nenáročné, posiluje zádové a břišní svalstvo a hluboký stabilizační systém. Výzkum bude probíhat v hodině TV pod dohledem pana učitele Štěpána Vystrčila. Náplň hodiny bude 25 min. cvičení a následné vyfotografování termovizním fotoaparátem, který ukáže, v jaké míře se zádové svaly cvičících dětí zapojily. Vzhledem k tomu, že fotoaparát snímá pouze obnažené tělo, bude potřeba, aby chlapci cvičili bez trička. Pořízené fotografie zad budou zpracovány tak, aby nebyla možná identifikace dětí.

Děkuji

S pozdravem

Bc. Vendula Řeholová

Souhlas rodiče:

SOUHLASÍM/NESOUHLASÍM

Čitelné jméno dítěte:

Čitelné jméno rodiče, podpis rodiče:

Místo, datum:

Resumé

Tato závěrečná diplomová práce se psána s cílem zjištění svalové aktivity při cvičení s Flexi-barem. K výzkumu byla použita termokamera Fluke TiR, díky které byly vidět v termografickém obraze teplotní změny vybraných svalových partií. Teoretické část obsahuje informace o Flexi-baru a jeho účincích. Část je věnována anatomickým poznatkům o zapojovaných svalech při cvičení s Flexi-barem. V neposlední řadě se teoretická část věnuje také poznatkům o termoregulaci a termografii. V praktické části se objevují výsledky plánovaného výzkumu a 18 žáky základní školy.

Studie částečně potvrdila naši domněnku, že po cvičení s Flexi-barem dojde k zahřátí zádoových svalů, naopak po 15i a 30i min. po cvičení dojde k ochlazení. Zcela jistě by bylo zajímavé se této problematice věnovat ve větší míře a podobný výzkum provést s větší skupinou respondentů.

Summary

This final thesis is written in order to determine muscle activity during exercise with Flexi-bar. The thermo camera Fluke TiR was used for the research, through which the temperature changes of selected muscles could be seen in the thermography image. The theoretical part contains information about Flexi-bar and its effects. One section of this part is devoted to the anatomical knowledge of the muscles involved during exercise with Flexi-bar. Finally the theoretical part deals with knowledge of thermoregulation and thermography. The practical part involves the results of the intended research based on the cooperation with 18 pupils of a basic school.

The study partially confirmed our assumption that after the exercise with Flexi-bar the back muscles will warm up, on the contrary they cool down 15-30 minutes after exercise. It certainly would be interesting to dedicate this issue to a greater extent and do similar research with a larger group of respondents.