

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Michal Horák

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Stimulace silových schopností dětí  
v mladším a starším školním věku

Strength abilities stimulation for children in  
the age of 6 – 15 years

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:  
doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D.,

Zpracoval:  
Michal Horák

Duben 2008

## **Abstrakt**

**Název práce :** Stimulace silových schopností dětí v mladším a starším školním věku

**Cíle práce :** Popsat teoretická východiska stimulace silových schopností v dětském věku. Na základě těchto teoretických východisek navrhnout koncept silové přípravy dětí a v jeho rámci formulovat vhodné metody, prostředky a formy stimulace silových schopností dětí.

**Metoda :** K identifikování hlavních teoretických východisek stimulace silových schopností dětí bylo použito kvalitativní obsahové analýzy dokumentů. Na základě hlubší analýzy nalezených teoretických východisek byly popsány determinanty silového rozvoje dětí. Metodou syntézy byla nakonec hlavní teoretická východiska spojena v logický celek, na jehož základě mohl být vytvořen koncept stimulace silových schopností dětí a v jeho rámci zvoleny vhodné metody, prostředky a formy silové přípravy dětí v mladším a starším školním věku.

**Výsledky :** Přináší vhled do problematiky stimulace silových schopností dětí, popisují základní teoretická východiska a determinanty silového rozvoje dětí a v rámci konceptu silové přípravy popisuje vhodné metody, prostředky a formy silové přípravy v dětském věku.

**Klíčová slova :** děti, síla, stimulace, teorie, determinanty, ontogeneze, fyziologie, morfologie, metody, prostředky, formy, hokej

## Abstract

**Thesis name:** Strength abilities stimulation for children in the age of 6 – 15 years

**Thesis aims:** To describe theoretical basis of stimulation of children strength skills. To design the conception for children strength training and to find suitable methods, means and forms of stimulation of children strength skills.

**Method:** Qualitative analysis of documents' content was used for identification of main theoretical basis of stimulation of children strength skills. Determiners of children strength development were described on the basis of deeper analysis. Main theoretical resources were finally joined into logical complex by the method of synthesis. On this basis the conception of strength abilities stimulation could be made and suitable methods, means and forms of children strength training could be chosen.

**Results:** Brings insight to stimulation of children strength abilities theme, describes basic theoretical basis and determiners of children strength development and describes suitable methods, means and forms of children strength training in the framework of strength training.

**Keywords:** children, strength, stimulation, theory, determiners, ontogenesis, physiology, morphology, methods, means, forms, ice-hockey

## Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat doc. PaedDr. Tomáši Peričovi, Ph.D., za odborné vedení a praktické rady, PaedDr. Vladimíru Kolouchovi, Ph.D., za poskytnutí odborných článků k dané problematice a své bývalé přítelkyni Kateřině za jazykovou korekturu. Bez výše jmenovaných by tato diplomová práce nemohla vzniknout.

## „ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ“

Čestně prohlašuji, že jsem problematiku závěrečné práce řešil samostatně a že jsem údaje o převzatých a citovaných materiálech a názorech z odborné literatury uvedl na příslušných místech.



Michal Horák

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatелů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

---

Jméno a příjmení:

Číslo občanského průkazu:

Datum vypůjčení:

Poznámka:

---

## Obsah:

|   |    |
|---|----|
| I. Úvod .....   | 9  |
| I. 1 Formulace problémů .....   | 10 |
| I. 2 Vědecká otázka .....   | 11 |
| I. 3 Cíle a úkoly diplomové práce .....   | 12 |
| I. 3. 1 Cíle diplomové práce .....  | 12 |
| I. 3. 2 Úkoly diplomové práce .....   | 12 |
| I. 4 Metodika práce .....   | 13 |
| I. 4. 1 Charakter výzkumu .....   | 13 |
| I. 4. 2 Použité metody, technika a analýza dat .....  | 13 |
| I. 4. 3 Technika sběru dat .....  | 14 |
| I. 4. 4 Diskuze metodologie .....   | 14 |
| II. Teoretická východiska .....   | 16 |
| II. 1 Základní východiska silové přípravy dětí .....  | 16 |
| II. 1. 1 Charakteristika silových schopností .....  | 16 |
| II. 1. 2 Vývojové zákonitosti dětského věku .....   | 16 |
| II. 1. 3 Kalendářní a biologický věk .....  | 19 |
| II. 1. 4 Senzitivní období .....  | 19 |
| II. 1. 5 Stimulace silových schopností .....  | 20 |
| II. 2 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností .....  | 21 |
| II. 2. 1 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí<br>z hlediska morfologie svalové tkáně .....     | 21 |
| II. 2. 2 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí<br>z hlediska fyziologie a biochemie .....       | 28 |
| II. 2. 3 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí<br>z hlediska neurologie .....                   | 38 |
| II. 2. 4 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností<br>dětí z hlediska somatických a jiných faktorů ..... | 45 |
| II. 3. Vlivy silové přípravy na dětský organismus .....   | 52 |
| II. 3. 1 Vliv silové přípravy na nervosvalovou adaptaci .....   | 52 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| II. 3. 2  | Vliv silové přípravy na svalovou hypertrofii .....                             | 53  |
| II. 4     | Didaktika stimulace silových schopností dětí .....                             | 55  |
| II. 4. 1  | Možnosti stimulace svalového napětí .....                                      | 55  |
| II. 4. 2  | Metodotvorní činitelé .....  | 55  |
| II. 5     | Zdravotní aspekty silové přípravy .....  | 59  |
| II. 5. 1  | Vliv silové přípravy na přirozený růst .....                                   | 59  |
| II. 5. 2  | Vliv silové přípravy na šlachy a vazy .....                                    | 61  |
| II. 5. 3  | Vliv silové přípravy na minerální hustotu kostní hmoty .....                   | 61  |
| II. 5. 4  | Silová příprava a svalové dysbalance .....                                     | 63  |
| III.      | Koncept silové přípravy dětí .....   | 64  |
| III. 1    | Přínos a efektivita silové přípravy .....                                      | 64  |
| III. 2    | Cíle silové přípravy dětí .....  | 67  |
| III. 3    | Diskuze na téma prostředky silové přípravy dětí .....                          | 68  |
| III. 4    | Doporučení pro posilování dětí .....   | 72  |
| III. 5    | Metody, formy a prostředky silové přípravy<br>v jednotlivých kategoriích ..... | 73  |
| III. 5. 1 | Období 6 – 10 let .....  | 74  |
| III. 5. 2 | Období 10 – 12 let .....   | 80  |
| III. 5. 3 | Období 13 – 15 let .....   | 84  |
| III. 6    | Stimulace síly v rámci specializace lední hokej .....                          | 91  |
| III. 6. 1 | Struktura sportovního výkonu v ledním hokeji .....                             | 91  |
| III. 6. 2 | Silový základ v ledním hokeji .....  | 92  |
| III. 6. 3 | Stimulace silových schopností v rámci přípravy na ledě .....                   | 93  |
| III. 6. 4 | Stimulace speciální síly mimo led .....  | 94  |
| III. 6. 5 | Svalové dysbalance v ledním hokeji .....                                       | 94  |
| IV.       | Diskuze .....  | 96  |
| V.        | Závěr .....  | 101 |
|           | <b>Seznam zkratk</b> .....   | 103 |
|           | <b>Přehled literatury</b> .....  | 104 |
|           | <b>Seznam příloh</b> .....   | 110 |



## *I. ÚVOD*

Sportování dětí je v dnešní době čím dál více diskutovaným tématem. Potřeba pohybu je člověku vlastní a dítěti zvláště. Pohyb formou sportovní aktivity přináší dítěti pozitivita po stránce fyzické, psychické i sociální. Správně volená fyzická aktivita přispívá k harmonickému vývoji dítěte, je prevencí zdravotních rizik a negativních sociálních jevů. Sportovní příprava dětí je speciální oblast tréninkového procesu a jak už z jejího názvu vyplývá, jejím hlavním rysem je přípravný charakter. Obsahem sportovní přípravy dětí je budování samotných základů trénovanosti všesportovního zaměření, tedy budování základních kamenů možného budoucího vrcholného výkonu. Jedním z nejdiskutovanějších témat sportovní přípravy dětí je silová příprava. I když podle mnoha autorů mají silové schopnosti v dětském věku spíše podpůrný charakter, neznamená to, že je nelze trénovat, nebo že bychom měli jejich rozvoj nechat osudu. Kondiční příprava dětí by měla být vždy zaměřena na stimulaci všech pohybových schopností samozřejmě s využitím znalosti senzitivních období vhodných pro rozvoj jednotlivých pohybových schopností. Dnešní děti se v přirozeném prostředí nesetkají se silově náročnými činnostmi, které byly dříve běžné, například pomoc při žních, běžné práce na vesnické usedlosti. Proto je naprosto nezbytné tyto podněty do života dětí citlivě vřazovat. A to jak u nesportujících či nepravidelně sportujících dětí, tak především u mladých sportovců. Průzkumy prokazují, že správně volená silová příprava působí jako prevence výskytu zranění v dané sportovní disciplíně. A pokud již ke zranění dojde, uzdravení a návrat dětí do tréninku je o třetinu času rychlejší v porovnání se stejně zraněnými dětmi, které nepodstoupili adekvátní silovou přípravu. Silová příprava je důležitá i u nesportujících dětí z důvodů častých svalových disbalancí, která jsou nejčastějším důvodem vadného držení těla, poruch páteře a špatných pohybových stereotypů a to především z důvodu nedostatku pohybu a nesprávného zatěžování pohybového aparátu. U mladých sportovců naopak dochází k svalovým disbalancím většinou z důvodu rané specializace. Podle Valika (1974) by svalové dysbalance dokonce mohly být i nepřekonatelnou překážkou v dosažení mistrovství v dané sportovní disciplíně. Dochází k nim při jednostranném zatěžování až přetěžování těch svalových skupin, které se největší měrou podílejí na realizaci

samotného výkonu v dané disciplíně. Cestou rané specializace se v současné době ubírá například také lední hokej a v té souvislosti musíme konstatovat, že u mladých hokejistů je výskyt svalových disbalancí velmi častý. Prevencí zmíněných zdravotních rizik u nesportujících i sportujících dětí by měl být všestranný silový rozvoj. Otázka stimulace silových schopností u dětí však není jednoduchá a naráží na mnohá specifika dětského vývoje. Možnosti stimulace síly u dětí jsou dány především ontogenetickými determinanty a to jak v oblasti fyziologie, morfologie kosterního svalu, či oblasti somatické. Dále je třeba mít na paměti psychologický vývoj dítěte a dodržovat pedagogické a didaktické zásady sportovní přípravy dětí. Na základě těchto faktů je tedy třeba se kvalitně zorientovat v teorii, která se stimulací silových schopností souvisí, abychom zjistili, zda se silové schopnosti v daném věkovém období dají rozvíjet, jak je to efektivní a přínosné a jaká jsou s tím spojená zdravotní rizika.

## **I. 1 Formulace problému**

Silové schopnosti patří k hlavním faktorům sportovních výkonů. Svou roli hrají v podstatě ve všech sportovních odvětvích a ostatní schopnosti se podle mnoha autorů bez nich nemohou vůbec projevit. Díky tomu hrají samozřejmě svou důležitou roli i u dětí. Stimulace silových schopností u dětí má však svá úskalí. Je determinován z hlediska vývoje dětského organismu. Proto pokud se v praxi sportovního tréninku hodláme zabývat stimulací silových schopností dětí, měli bychom se nejprve podrobně seznámit s teoretickými východisky této problematiky. Bez jejich znalostí bychom se mohli dopustit zásadních chyb v přístupu k silové přípravě u dětí. Je známo, že dítě není malý dospělý a že v jeho případě není možné kopírovat silový trénink určený pro vyspělé jedince. Na druhou stranu fakt, že silová příprava dětí může být v případě laického a neadekvátního přístupu riziková, neznamená, že bychom se jí neměli zabývat vůbec. Ale zmíněná teorie silové přípravy v dětském věku je základním východiskem k tomu, abychom mohli v praxi zvolit vhodné formy, metody a prostředky stimulace silových schopností v jednotlivých věkových kategoriích dětí. Se stimulací silových schopností v dětském věku je spojeno mnoho otázek, na které by trenér měl nejdříve znát odpověď, než se pustí do samotné realizace tréninkového procesu. Mezi ty základní

patří efektivita silového tréninku v dětském věku, jeho bezpečnost, dopad na kosterní a pojivový systém a z hlediska praxe pak již zmíněná volba adekvátních metod, prostředků a forem silového tréninku v tomto věkovém období. Zájem o tuto problematiku a zodpovězení zmíněných otázek mě přivedl k rozhodnutí vypracování diplomové práce na toto téma.

## I. 2 Vědecká otázka

Mezi odborníky z oblasti sportovního tréninku, lékaři z oboru pediatrie či sportovního lékařství se neustále vede diskuze na téma, do jaké míry lze u dětí stimulovat silové schopnosti. Oblast bádání v této oblasti v současnosti směřuje především k hledání fyziologických mechanismů, které stimulaci síly u dětí umožňují či naopak determinují. Vědci se v této souvislosti zabývají například otázkou, jakou měrou ovlivňují možnosti stimulace síly u dětí nervosvalové mechanismy, jako jsou například nábor motorických jednotek, jejich nervosvalová koordinace, rychlost přenosu nervosvalového vzruchu. Zkoumají morfologii kosterního svalu dětí, aby mohli určit možnost jeho adaptace na případnou silovou zátěž. Vědečtí pracovníci však v této oblasti zkoumání narážejí na etickou otázku, která souvisí s potřebou využití speciálních výzkumných metod jako je například biopsie svalové tkáně a další. Je tedy otázkou, zda v této oblasti existuje dostatečné množství dat, na jehož základě bychom mohli zaujmout jasný postoj ke zmíněné problematice. Další otázkou, na kterou hledají výzkumy odpovědi, je oblast zdravotních aspektů silové přípravy v dětském věku. Ovlivňuje silový trénink přirozený růst a vývoj dítěte? Může být zdravotně prospěšný? To je výčet jen několika základních oblastí výzkumu v souvislosti s touto problematikou.

## **I. 3 Cíle a úkoly diplomové práce**

### ***I. 3.1 Cíle diplomové práce***

1. Identifikovat a popsat teoretická východiska stimulace silových schopností v dětském věku.
2. Na základě těchto teoretických východisek, navrhnout koncept silové přípravy dětí a v jeho rámci formulovat vhodné metody, prostředky a formy stimulace silových schopností dětí.

### ***I. 3.2 Úkoly diplomové práce***

*V souvislosti s prvním cílem diplomové práce, by měly být splněny tyto úkoly:*

1. Posoudit ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí z hlediska fyziologických, biochemických, morfologických a dalších zvláštností dětského organismu.
2. Popsat didaktiku silové přípravy dětí.
3. Posoudit dopad silové přípravy na zdraví a přirozený vývoj dítěte.

*V souvislosti s druhým cílem diplomové práce, by měly být splněny následující úkoly:*

4. Posoudit otázku vhodnosti, efektivnosti a prospěšnosti silové přípravy v dětském věku.
5. Popsat vhodné metody, prostředky a formy silové přípravy dětí v jednotlivých věkových kategoriích.
6. Aplikovat teoretický koncept na model silové přípravy ve vybrané specializaci (lední hokej)

## **I. 4 Metodika práce**

### ***I. 4.1 Charakter výzkumu***

V rámci této diplomové práce bylo využito kvalitativního výzkumu, který se jevil jako nejvhodnější pro splnění daných cílů a úkolů práce. Kvalitativnímu charakteru práce tedy odpovídal i pracovní postup, kdy se nejprve získával vhled do problému, identifikovaly se základní teoretická východiska z oblasti ontogeneze dítěte, fyziologie či morfologie kosterního svalu, popisovaly a analyzovaly se jejich vztahy ke stimulaci silových schopností dětí. Na základě identifikace těchto teoretických východisek se poté vytvářel teoretický koncept silové přípravy v dětském věku.

### ***I. 4.2 Použité metody, technika a analýza dat***

Jako základní metoda byla použita kvalitativní obsahová analýza dokumentů. Na základě této analýzy jsem identifikoval hlavní teoretická východiska silového rozvoje dětí. Po té jsem na základě hlubší analýzy popsal determinanty stimulace síly u dětí. Teoretická východiska jsem dále rozdělil do jednotlivých kapitol práce a práci jsem strukturoval do jednotlivých tematických celků. V rámci jednotlivých kapitol jsem v literatuře hledal zásadní shody či naopak opačné názory na jednotlivé problémy a fundamentální otázky silového rozvoje dětí. Výzkumy jednotlivých autorů a jejich přístup k dané problematice jsem po té porovnával, abych na základě výsledku mohl konstatovat, zda existuje jednoznačná shoda v názorech na problematiku silového rozvoje dětí či nikoli. Nakonec jsem na základě metody syntézy spojil základní teoretická východiska důležitá pro stimulaci silových schopností dětí v logický celek a využil je k tvorbě konceptu silové přípravy dětí a zvolení vhodných metod, forem a prostředků této přípravy. Tím nakonec vznikla i finální struktura této diplomové práce. Výsledkem práce by měl být tedy systematický a uspořádaný celek, na jehož základě se čtenář podrobně zorientuje v problematice stimulace síly dětí, popřípadě text bude moci využít jako nápomoc při sestavení silového tréninku v kategorii dětí.

### ***I. 4.3      Technika sběru dat***

Něž jsem začal podrobněji analyzovat jednotlivé zdroje, bylo nutné shromáždit vhodnou literaturu a vhodným způsobem ji také zpracovat. Zvoleným způsobem sběru dat byla rešerše dostupných literárních zdrojů. Literaturu jsem čerpal jednak ze zdrojů knihoven (Knihovna UK FTVS, Státní vědecká knihovna v Českých Budějovicích, Národní knihovna ČR), dále jsem využil internetových prohlížečů, především Google. Mnoho dalších odborných článků mi poskytl PaedDr. Vladimír Kolouch, Ph.D., který se silovým tréninkem dlouhodobě zabývá. Veškeré dokumenty, které jsem k danému tématu získal, byly nejprve podrobeny kritice ve smyslu jejich aktuálnosti, kvality informací v nich obsažených a celkové věrohodnosti daného dokumentu a to především na základě autorství.

### ***I. 4.4      Diskuze metodologie***

Tato diplomová práce má teoretický charakter a jak již bylo řečeno, jako nejvhodnější pro splnění jejích cílů se jeví využití kvalitativního výzkumu. Každý výzkum, tedy i kvalitativní, má však svá úskalí z hlediska validity, tedy platnosti, a reliability, tedy spolehlivosti, závěrů z něho plynoucích. V rámci této diplomové práce je třeba v této souvislosti upozornit především na fakt, že zdrojem pro identifikaci, popis a analýzu teoretických východisek stimulace síly u dětí, byly jak špičkové odborné publikace světově uznávaných odborníků z oblasti pediatrie, fyziologie dětské zátěže a sportovního tréninku, tak běžná populárně vědecká literatura z této oblasti a nakonec také články z internetu. Někdo by mohl namítnout, že populárně vědecká literatura neposkytuje dostatečně validní data na jejichž základě by bylo možno dosáhnout spolehlivých závěrů, o zdrojích v běžných vyhledávacích na internetu ani nemluvě. Na druhou stranu však tento přístup umožňuje v kratší době získat širší teoretický základ, kvalitativně porovnávat jednotlivé prameny, zjišťovat do jaké míry se v běžné populárně vědecké literatuře vychází z vědeckých výzkumů publikovaných ve zmíněných odborných publikacích renomovaných autorů a tak získat celkový přehled

o dostupných zdrojích na toto téma. Populárně vědecká literatura mimo jiné může pomoci autorovi diplomové práce zformulovat vědecké závěry z odborných publikací po stránce slohové. Internet zase poskytuje velké množství dat, které je z hlediska časového velmi dobře zpracovatelné a je možné ho rychleji analyzovat. Závěrem je třeba říci, že i když byly v rámci této diplomové práce použity i články z internetu, byly vždy podrobeny důsledné kritice z hlediska jejich validity a reliability a to především na základě autorství. Autory většiny článků byli uznávaní odborníci z oblasti sportovního tréninku, pediatrie či ortopedie.

## ***II. Teoretická východiska***

### **II. 1 Základní východiska silové přípravy dětí**

#### ***II. 1.1 Charakteristika silových schopností***

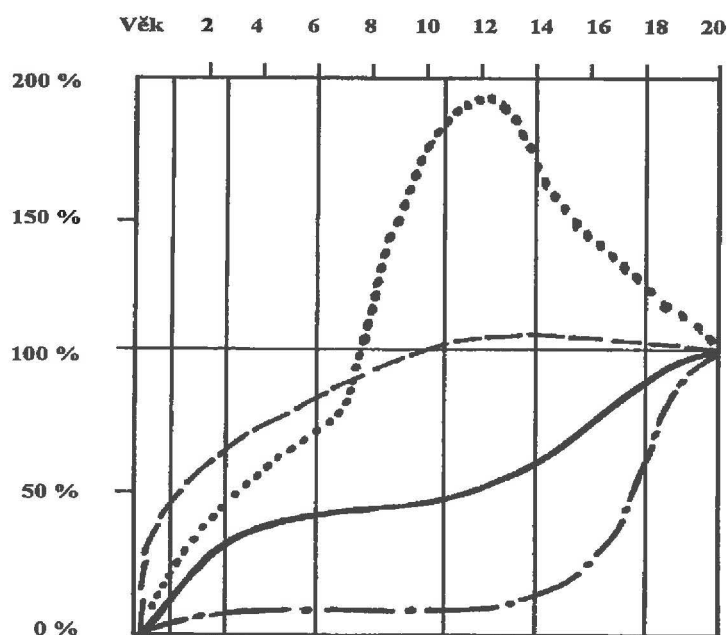
Silové schopnosti nepochybně patří k významným faktorům sportovních výkonů a hrají určitou roli ve všech sportovních odvětvích. Považují se za základní a rozhodující schopnost jedince, bez které se nemohou ostatní schopnosti vůbec projevit (Čelikovský 1990, Dovalil a kol. 2002). V dětském věku mají spíše podpůrný význam pro rychlostní a koordinační schopnosti, ale to neznamená že bychom do tréninku dětí neměli rozvoj síly zařazovat vůbec. Je ale nezbytně nutné znát východiska a determinanty, které rozhodují o možnostech rozvoje silových schopností dětí. Silové schopnosti se projevují velikostí hybného úsilí a jsou zajišťovány mnoha tělesnými systémy, tzv. celostní reakcí organismu. Jsou spojeny s mobilizací psychických a motorických funkcí, vegetativním i hormonálním řízením, svalovým, nervovým ale například i oběhovým systémem. Pro vymezení silových schopností je nezbytné odlišit pojem síla jako základní pojem mechaniky, tj. ve smyslu fyzikální veličiny, od pojmu „síla“ jako pohybová schopnost překonat, udržet, nebo brzdit vnější odpor svalovou kontrakcí.

#### ***II. 1.2 Vývojové zákonitosti dětského věku***

Věkové zákonitosti lze definovat ve změnách tělesných rozměrů a proporcí, ve stavbě i funkci tělesných orgánů, v psychice i ve vztahu k ostatním, v chování, výkonnosti (Dovalil a kol. 2002). Do osmnácti let věku jedince můžeme hovořit o růstu, vývoji a dozrávání, které má různou intenzitu a dynamiku (Obr. 1). V důsledku těchto změn se přirozeně zvyšuje výkonnost v jednotlivých pohybových schopnostech včetně těch silových. Jako první dokončuje svůj růst a vývoj mozek. Svalový systém dokončuje svůj vývoj až o řadu let později. To souvisí především s poměrně pozdním vývojem pohlavních orgánů jejichž hormony ovlivňují rozvoj svalstva a jeho sílu.



Rychlost vývoje jednotlivých systémů můžeme odlišovat také individuálně. Tělesný vývoj končí u chlapců zhruba kolem osmnácti až dvaceti let, u děvčat o něco dříve.

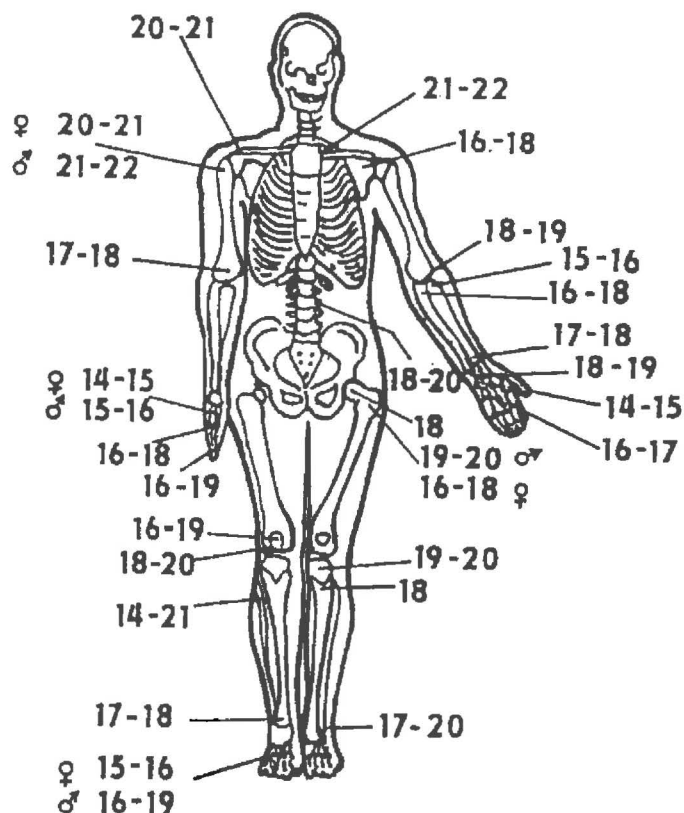


- Organismus jako celek, pohybový, srdečně-cévní a dýchací systém a objem krve
- ..... lymfatické tkáně
- nervový a smyslový systém
- . - . - . pohlavní systém

Obr. 1. Růstové křivky systémů organismu Havlíčková (1998)

Rozvoj svalstva do značné míry umožňuje růst a vývoj kostí. Kromě prvních let dochází k větším změnám především v období puberty, a to nejen co do výšky těla, ale například i šířky ramen a pánve. Nejde přitom jen o růst kostí do délky, ale také o stavbu kostí, složitý biologický proces kostnatění (osifikaci), při němž je původní chrupavčitý základ postupně nahrazován kostní tkání. Osifikace se definitivně ukončuje u žen v 18 letech a u mužů v průběhu několika dalších let viz (Obr. 2). O vývojových změnách v oblasti svalové hmoty svědčí různý podíl svalů na celkové hmotnosti těla jedince. U novorozence dosahuje pouze 20 %, v pubertě 33% a u dospělých 40%. Svaly mohutní postupně. Kloubní vazy se v konečné podobě zpevňují po ukončení vývoje

svalů. V tomto smyslu mohou mít neúměrně vyvinuté svaly negativní vliv dokonce i na růst kostí (Dovalil a kol. 2002).



Obr. 2. Věk ukončení osifikace kostí Kučera 1986 in Dovalil a kol. (2002)

Pro silovou přípravu dětí jsou jistě důležité i psychologické, pedagogické a sociální zákonitosti v tomto případě mladšího a staršího školního věku. Ty jsou obecně známé a proto v tomto případě odkazuji na běžně dostupnou literaturu sportovního tréninku, kde je lze dohledat (například Dovalil a kol. 2002, Perič 2004, Čelikovský a kol. 1987, Štílec 1989 atd.).

### ***II. 1. 3 Kalendářní a biologický věk***

Je obecně známo, že se u dětí v individuálních případech objevují větší či menší odchylky ve stupni vývoje organismu. Ne všichni se totiž v dětském a dorosteneckém věku vyvíjejí stejně rychle a proto můžeme mezi dětmi vidět až nápadné rozdíly například ve stavbě těla, pohybových schopnostech či celkové pohybové výkonnosti. Proto ve sportu rozeznáváme kromě věku kalendářního také tzv. věk biologický, kterým se rozumí skutečně dosažený stupeň vývoje jedince. Na základě rozdílnosti mezi věkem kalendářním a biologickým pak odlišujeme jedince z hlediska různého tempa vývoje na jedince vývojově zrychlené či vývojově zpožděné. V prvním případě to znamená, že biologický věk je vyšší než věk kalendářní a v případě druhém naopak kalendářní věk převyšuje věk biologický. Pro stanovení možnosti silového rozvoje v dětském věku, zvolení forem a prostředků tréninku síly, hraje zásadní roli biologický věk a v případě akcelerace nebo naopak retardace dítěte je tedy třeba volit formu individualizace silového tréninku napříč věkovými kategoriemi.

### ***II. 1. 4 Senzitivní období***

Senzitivní období jsou definována jako vývojové časové etapy, které jsou zvláště vhodné pro trénink určitých sportovních aktivit spojených s rozvojem pohybových schopností a dovedností. Jsou tedy dána optimální věková období pro rozvoj a fixaci pohybových schopností a dovedností. V těchto časových úsecích dosahují děti největších přírůstků v rozvoji dané schopnosti. Zmíněné senzitivní období by mělo být vždy využito k rozvoji dané schopnosti či dovednosti, protože v opačném případě to může vést k jejímu pomalému či nekvalitnímu projevu v budoucnu. Senzitivní období je vždy vhodné spojovat především s výše zmíněným biologickým věkem než s kalendářním, tedy s reálným stupněm vývoje jedince. Senzitivní období silových schopností je dáno především úrovní produkce pohlavních a růstových hormonů, která je výrazným determinantem rozvoje síly. Tempo rozvoje síly je tedy výrazně individuální, protože nezávisí pouze na absolvovaném tréninkovém zatížení ale právě

i na produkci pohlavních a růstových hormonů a dalších fyziologických a ontogenetických determinantech, které již byly popsány.

## ***II. 1. 5 Stimulace silových schopností***

Stimulace silových schopností v rámci silové přípravy dětí musí vycházet z hlubších znalostí svalové činnosti a jejího nervového a hormonálního řízení. Adaptační změny podmiňující zvyšování úrovně silových schopností dětí jsou determinovány morfologickými, biochemickými a fyziologickými činiteli. Účinek silové přípravy u dospělých se spojuje se zvětšením příčné plochy svalu, se změnami energetických zásob svalu (potenciál ATP a jeho obnova) a jeho enzymatickou aktivitou. Uvažuje se rovněž o množení (dělení) svalových vláken (hyperplazii). Podstatnou roli hraje přizpůsobení nervového systému ve smyslu frekvence budivých vzruchů a rychlosti jejich vedení. Mění se tím nitrosvalová koordinace, počet aktivovaných motorických jednotek a různých typů svalových vláken. Každý i ten nejjednodušší pohyb je výsledkem aktivity řady svalů i celých svalových skupin. Další cestou je proto také zdokonalování mezisvalové koordinace. Souhra činných svalových skupin se optimalizuje, jde spíše o koordinační proces zajišťující současně energetickou ekonomii (Dovali a kol. 2002). V první fázi silového tréninku má silová adaptace charakter mezisvalové koordinace, výsledky se projevují již asi po dvou týdnech. Efekt zlepšení nitrosvalové koordinace se může dostatečně projevit po šesti až osmi týdnech stimulace síly. Adaptační změny v podobě hypertrofie přicházejí v úvahu až po delší době tedy měsících až letech (Schmidtbleicher in Dovalil a kol. 2002). Tato fakta platí pro dospělé jedince. V další části práce bychom se měli pokusit zjistit míru platnosti těchto faktů v rámci stimulace silových schopností dětí.

## **II. 2 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí**

### ***II. 2. 1 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí z hlediska morfologie svalové tkáně***

#### **Druhy svalových vláken**

Na základě rozdílných morfologických vlastností (rozdílná barva svalového vlákna na základě rozdílné koncentrace hemoglobinu), funkčních vlastností ( odlišná rychlost stahu svalového vlákna ) a biochemických vlastností ( rozdílný obsah a aktivita enzymů) se rozlišují tři základní typy svalových vláken kosterního svalu (Semiginovský 1992, Dylevský, Kučera 1997) :

#### **1. Vlákna oxidativní (červená, pomalá, SO = slow oxidative, typ I. )**

Tato pomalá oxidativní svalová vlákna obsahují velké množství hemoglobinu a jsou charakteristická i vysokým obsahem a aktivitou enzymů oxidativní přeměny glukózy a nízkou aktivitou myozinové ATPázy. Jsou tenká a mají méně myofibril, ale hodně mitochondrií, jejich stah je pomalý a jsou těžko unavitelná. Jejich opakované kontrakce vyvolávají v organismu harmonické tkáňové klima pro nervosvalovou koordinaci. A pokud jsou do průběhu střídavé a maximální intenzivní zátěže začleňovány aktivace vláken typu I. a typu II.A, oxidativní reakce těchto vláken pak tvoří základ pro buněčnou regeneraci a obnovu kreatinfosfátových tkáňových zásob.

#### **2. Vlákna oxidativní glykolitická (smíšená, FOG = fast oxidative glycolytic, typ II.A)**

Jsou objemnější, mají více myofibril a méně mitochondrií. Jsou středně krevně zásobena. Poměrně dobře odolávají únavě, angažují se jak v často opakovaných silových a dynamických kontrakčních nástupech, tak i při déletrvajících rychlostních

úkonech v oblasti anaerobního prahu. Je to typ svalových vláken, na která se přeměňují „rychlá“ svalová vlákna při dlouhodobější vytrvalostní sportovní přípravě.

### **3. Vlákna glykolitická (bledá, rychlá, FG = fast glycolytic, typ II. B)**

Ty obsahují naopak malé množství hemoglobinu, mají velký objem, ale málo kapilár a mitochondrií a jsou charakteristická vysokou aktivitou a obsahem enzymů neoxidativní přeměny glukózy a naopak nízkou aktivitou enzymů oxidativní přeměny a vysokou aktivitou myozinové ATPázy. Mají velké zásoby  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  iontů v cisternách endoplazmatického retikula a jsou charakteristické rychlým a silným stahem. Nevýhodou je ovšem rychlá unavitelnost.

V literatuře se uvádí ještě tzv. vlákna přechodná (typ III.), které patří do vývojově nediferencované populace vláken a jsou z největší pravděpodobností potencionálním zdrojem předchozích tří typů vláken a vyskytují se pouze v prenatálním a raně postnatálním vývoji člověka.

#### **Architektura svalového vlákna**

Množství napětí, které produkuje sval je funkčně závislé na příčném průřezu svalového vlákna, na počtu paralelních sarkomer. Wickiewicz a kol. konstatovali rozdíl mezi fyziologickou a anatomickou plochou průřezu svalového vlákna u dvacetisedmi rozdílných svalů lidského těla. Rozdíly v úhlu svalových snopců mající vztah k vedení svalové kontrakce byly mezi svaly od 0 do 30°. Existují také některé důkazy, že tento úhel se u svalů může měnit během dětského růstu. Jestliže by to tak bylo, tyto změny mohou být příčinnou rozdílné produkce síly (Wickiewicz a kol. in Rowland 2004). Fukunaga a Kawakami použili ultrazvukové měření pro zjištění rozdílnosti v úhlu svalových snopců v závislosti na věku a pohlaví. Zjistili, že úhel narůstal s věkem a byl pozorován u obou pohlaví a u obou měřených svalů (vastus lateralis, gastrocnemius). Data ukazují, že úhel u vastus lateralis narostl o 35% u chlapců mezi dětstvím a mladou dospělostí (Fukunaga a Kawakami in Rowland 2004). Blimkie a Sale ale uzavírají tyto

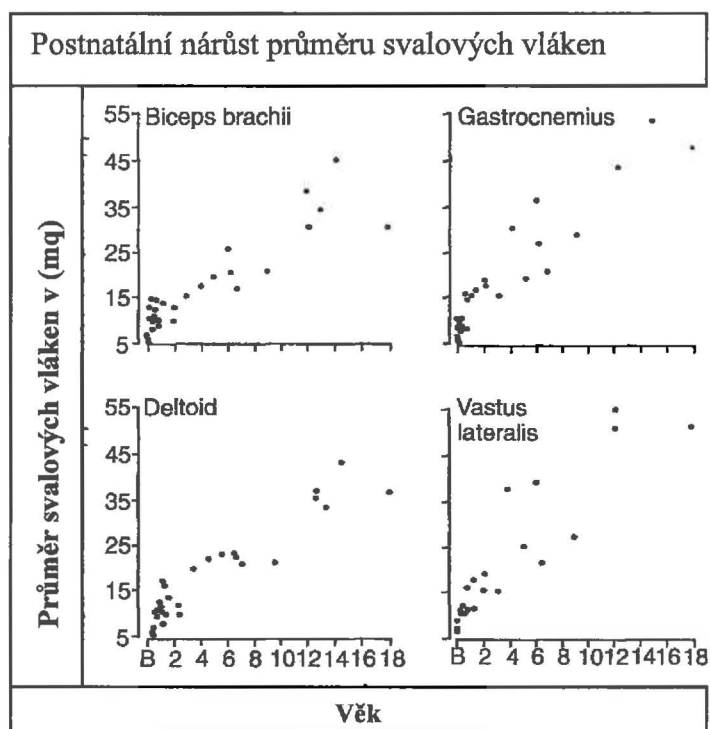
výzkumy míněním, že význam těchto změn pro rozvoj svalové síly u dětí by měl být ještě objasněn (Blimkie a Sale in Rowland 2004). Otázku jakou hraje roli fyziologický příčný průřez svalového vlákna v rozvoji svalové síly u dětí je velmi obtížné zodpovědět, protože není jednoduché ji u dětí měřit. Kanehisa a kol. provedli na toto téma studii a závěrem konstatovali, že limitující nálezy v rozdílech v anatomické a fyziologické ploše svalového vlákna mezi dětmi a dospělými nemohou hrát zásadní roli v trendu vývoje svalové síly u dětí (Kanehisa a kol. in Rowland 2004).

### **Charakteristika morfologie svalových vláken u dětí**

Studie mnoha autorů ukazují, že nebyly pozorovány signifikantní změny v procentuálním zastoupení typů svalových vláken během ontogenetického vývoje jedince (Malina 1978, Melichna 1990). To by mohlo signalizovat, že konečný počet svalových vláken v organismu se blíží tomu, který se vytvoří již během prenatálního či brzkého postnatálního vývoje. Malina (2004) potvrzuje, že počet svalových vláken se ustaluje již brzy po narození. Ale průměr<sup>1</sup> svalových vláken dle něho narůstá mezi prvním rokem života a obdobím adolescence a to skoro trojnásobně. Rychlost zmíněného nárůstu průměru svalových vláken je největší v počátku, tedy zhruba do prvního roku života a poté již pokračuje konstantně zhruba do osmého roku věku viz (Obr. 3). V souvislosti s problematikou procentuálního zastoupení druhů svalových vláken v kosterním svalu prepubescentů, provedli velmi přínosný výzkum Perič, Heller, Melichna a kol. (2003) na Fakultě tělesné výchovy Univerzity v Praze. Výzkum měl za cíl posoudit vztah mezi strukturálními a biochemickými vlastnostmi kosterního svalu a výkonností, respektive antropomotorickými parametry u prepubescentních hráčů ledního hokeje.

---

<sup>1</sup> V tomto případě je myšlen průměr ve smyslu příčného průřezu svalového vlákna.



Obr. 3 Postnatální nárůst průměru svalových vláken kosterního svalu napříč pohlavím (Malina2004)

U sedmi mladých hokejistů v průměrném věku 11,65 let byl odebrán vzorek svalové tkáně z m. vastus lateralis a histochemicky byla zjištěna distribuce jednotlivých typů svalových vláken a biochemicky stanovena enzymová aktivita laktátdehydrogenázy (LDH), citrátsyntázy (CS) a hydroxyacyl-CoA-dehydrogenázy (HAD). Výsledné průměrné hodnoty zastoupení jednotlivých typů svalových vláken u prepubescentních českých hokejistů byly v průměru podle Periče, Hellera, Melichny a kol. (2003):

1. Průměrné procentuální zastoupení typů svalových vláken

Typ I – pomalá oxidativní vlákna – 48%, typ IIA – rychlá oxidativně glykolitická vlákna – 39,2%, IIB – rychlá glykolitická vlákna – 12,8%.

2. Průměrná hodnota průměru vláken (Tm) jednotlivých typů svalových vláken

Typ I – 63,1, Typ IIA – 64,1, typ IIB – 57,5.

3. Průměrné hodnoty enzymových aktivit (U.g-1)

CS – 21,3, HAD – 5,4 a LDH – 217,9.



Kompletní výsledky a hodnoty u jednotlivých hráčů zahrnutých v této studii uvádím v tab. 1.

Typ svalových vláken

|      | % podíl | % podíl | % podíl | % area | % area | % FG  |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| Hráč | pr FG   | pr FOG  | pr SO   | FG+FOG | SO     | + FOG |
| 1    | 59      | 64,8    | 64,3    | 57,5   | 42,5   | 58,7  |
| 2    | 57,8    | 68      | 61,8    | 52,4   | 47,6   | 49,3  |
| 3    | 0       | 65      | 66      | 39,9   | 60,1   | 40,6  |
| 4    | 44,3    | 54,8    | 52,8    | 54,2   | 45,8   | 54,1  |
| 5    | 63,4    | 68      | 64,8    | 58,5   | 41,5   | 56,9  |
| 6    | 57,8    | 60,5    | 65,8    | 54     | 46     | 58,8  |
| 7    | 58,8    | 63,5    | 58      | 57,4   | 42,6   | 54,3  |
| 8    | 55,5    | 56      | 58,5    | 50,7   | 49,3   | 52,6  |
| 9    | 0       | 75      | 74,5    | 35,4   | 64,6   | 34,9  |
| 10   | 63,3    | 71      | 67,3    | 58,6   | 41,4   | 58,6  |
| 11   | 0       | 67,5    | 60,3    | 59     | 41     | 53,4  |

Tab. 1 Průměrné hodnoty zastoupení jednotlivých typů svalových vláken u prepubescentních českých hokejistů (Perič, Heller, Melichna a kol. 2003)

Výsledky této studie potvrzují závěry dalších studií prezentovaných v zahraniční odborné literatuře na toto téma. Na základě všech těchto výzkumů bychom tedy mohli konstatovat určité závěry. Typy svalových vláken I a II narůstají co do počtu postupně během prvního roku života. U dětí jsou nejvíce zastoupeny vlákna typu I. Postnatální nárůst počtu svalových vláken je totiž větší u vláken typu I na úkor vláken typu II.B a ostatních ještě těžce definovaných vláken (Malina 2004). Mezi dětmi a dospělými existují malé, ale evidentní rozdíly v distribuci typů svalových vláken. Počet svalových vláken typu I. se podle studií během růstu mění. V období od šestnácti let do dvacetisedmi let dochází k poklesu počtu těchto svalových vláken u chlapců potažmo mužů.

U žen je tomu naopak (Glenmark a kol. 1992 in Malina 2004). Podle dlouhodobé studie napříč věkem mají mladé ženy o pět až osm procent více svalových vláken

typu I v porovnání s muži. Z toho vyplývá možnost lepší adaptace dívek a žen na svalový trénink vytrvalostního charakteru. Během růstu se mění i rozložení svalových vláken typu II. Například u dětí do sedmi let věku je zastoupení vláken typu IIA třikrát až šestkrát častější než vláken typu IIB, zatímco u starších jedinců je procentuální zastoupení vláken typu IIA pouze 1.5 krát vyšší než vláken typu IIB (Kriketos a kol. 1997 in Malina 2004 ). To potvrdila i studie Periče, Hellera, Melichny a kol. (2003), kdy zatímco hodnota poměru rychlých a pomalých svalových vláken byla téměř shodná s tou, kterou našli jiní autoři u dospělých, mladí hráči měli relativně nižší podíl vláken typu IIB a naopak vyšší počet vláken IIA. Vlákna IIA u nich byla zastoupena přibližně třikrát více než rychlá glykolitická vlákna typu IIB. U tří jedinců bylo dokonce nalezeno nulové zastoupení svalových vláken typu IIB. Na druhou stranu u jednoho mladého hokejisty byl ve výzkumu Periče a kol. (2003) nalezen poměrně vysoký podíl vláken typu II.B (63,4 %), což prokazuje individuální odlišnosti mezi jednotlivci se kterými musíme počítat. Není náhoda, že právě tento mladý hokejista se v budoucnu prosadil ve vrcholovém hokeji a v jeho herním projevu ho dnes charakterizuje především výbušný styl bruslení a celkově dynamicko silový herní projev. Průměr svalových vláken je u dětí menší než u dospělých. Mezi chlapci a dívkami jsou rozdíly v průměru nerovnoměrné. U netrénujících šestnáctiletých chlapců byl ve studii zjištěn větší průměr svalových vláken než u stejně starých dívek (Malina 2004). Chlapci v adolescenci mají dle studií větší průměr vlákna typu II než typu I (Malina 2004, Rowland 2004). Tuto hypotézu potvrzuje i studie Periče, Hellera, Melichny a kol. (2003), kdy největší průměr měl typ rychlých glykolitických vláken IIA a to 64,1. Totální příčnou plochu měli větší v součtu oxidativní svalová vlákna typu I a IIA, než glykolitická vlákna typu IIB. Pokud by jsme však porovnávali plochu rychlých svalových vláken (IIA a IIB) a pomalých typ I, pak měli větší plochu rychlá svalová vlákna (Perič, Heller, Melichna a kol. in Kinanthropologica 2001). Jinak svalová vlákna typu IIA mají obecně tendenci být v průměru větší než vlákna II.B (Malina 2004). Závěr studie Periče, Hellera, Melichny a kol. (2003) mimo jiné byl, že procentuální podíl oxidativních vláken (I a IIA) byl v korelaci s hodnotami pro anaerobní zdatnost, skok daleký a dvanácti minutový běh. Aktivita citrát syntézy (CS) byla ve vztahu k dvanácti minutovému běhu a LDH korelovala s hodnotami tělesného tuku. Na podílu rychlých a pomalých oxidativních

svalových vláknách se dle výzkumu zdála být závislá i aerobní kapacita mladých hokejistů, která byla vyšší než aerobní výkonnost v porovnání s dospělými hráči (Perič, Heller, Melichna a kol. in *Kinanthropologica* 2001). Na základě výše zmíněných dat je tedy pravděpodobné, že větší zastoupení vláken typu I a vláken typu II.A způsobuje lepší adaptaci dětí na silovou činnost vytrvalostního charakteru menší intenzity, protože vlákna typu II.A mají téměř stejně vysokou kapacitu oxidativního potenciálu jako pomalá svalová vlákna typu I (Melichna 1990). Naopak díky nižšímu a v některých případech dokonce nulovému zastoupení svalových vláken typu II.B (viz tab. 1), je u nich velmi obtížné stimulovat rozvoj výbušné a maximální síly. Vysoký podíl svalových vláken tohoto typu je totiž velmi důležitým aspektem pro rozvoj těchto druhů síly. Prokazují to studie, na základě kterých se například u kladivářů zjistilo dokonce 50% zastoupení svalových vláken typu II.B (Melichna 1990). Green a kol. (1979) a Seliger a kol. (1980) hlásili, že elitní seniorské hokejisty charakterizuje vysoká maximální anaerobní a aerobní síla, která podle všeho souvisí s poměrem rychlých a pomalých svalových vláken, který se u nich blíží k poměru 1:1 (Green a Seliger in *Kinanthropologica* 2001). Je tedy vidět evidentní rozdíl v procentuálním zastoupení svalových vláken typu IIB i ve velikosti průměru svalových vláken mezi dospělými a mladými hokejisty. U dospělých hokejistů je dána možnost hypertrofie svalových vláken typu IIB jednak pohlavní vyzrálostí (vyšší úroveň tvorby testosteronu), tak silovým charakterem tréninku a v neposlední řadě rychlostně silovým způsobem hry. Green a kol. (1979) mimo jiné zjistil možnost přeměny typů svalových vláken vlivem tréninku u hokejistů a to ve smyslu redukce vláken typu IIB na úkor nárůstu vláken typu IIA. Mladí čeští hokejisté měli vyšší oxidativní metabolický potenciál kosterních svalů než dospělí (Perič, Heller, Melichna a kol. 2003). Melichna a kol. (1989) v té souvislosti popisuje u dětí vyšší aktivitu mitochondriálních enzymů oproti dospělým. Tato vysoká svalová oxidativní kapacita svalů mladých chlapců koresponduje i s vysokou úrovní maximálního aerobního výkonu. Na základě těchto faktů bychom mohli konstatovat, že děti jsou lépe adaptovány spíše na silovou činnost nižší intenzity a vytrvalostního charakteru. Jedním z vysvětlení předchozích výsledků může být charakter tréninku mladých hokejistů, který kombinuje spíše rychlostně vytrvalostní aktivity než čistě silový a rychlostní trénink, který je typický pro dospělé hokejisty.

Eriksson v této souvislosti uvádí, že existuje rozdíl v úrovni zásob glykogenu mezi dospělými a dětmi (Eriksson in Rowland 2004). U dětí je jeho podíl nižší a na základě toho se podle něho zdá být logická hypotéza, že efektivnějším zdrojem svalové práce dětí je využití tukových zásob (Perič, Heller, Melichna a kol. 2003).

## ***II. 2. 2 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí z hlediska fyziologie a biochemie***

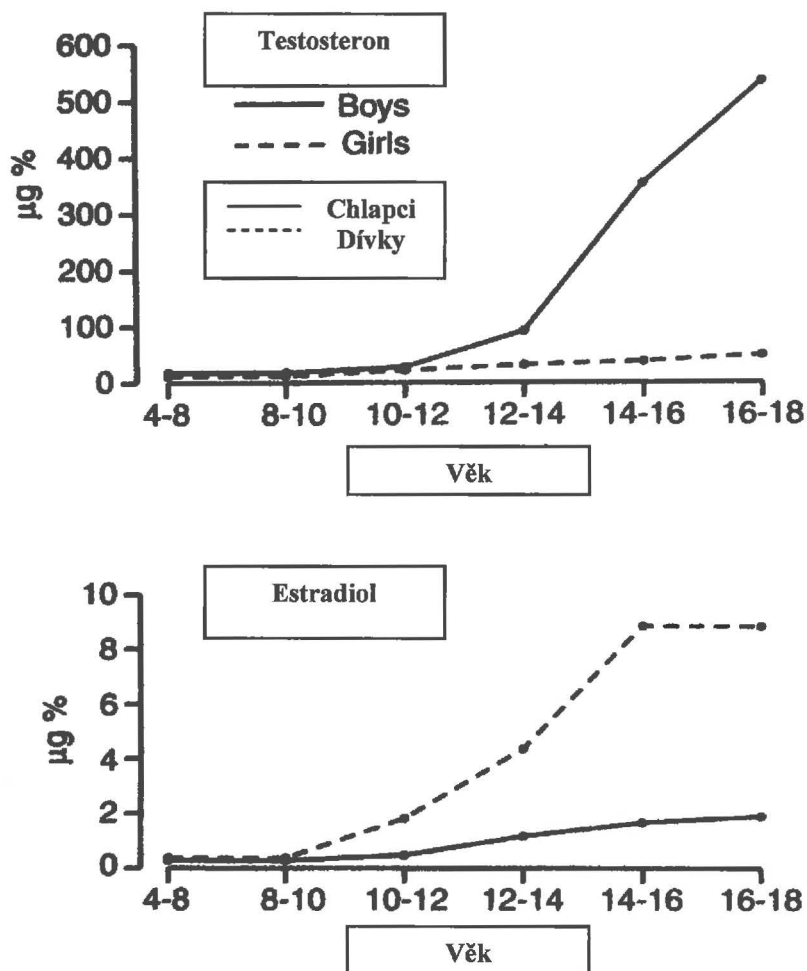
### **Hormonální působení**

Růstové a pohlavní hormony jsou významným determinantem jak celkového růstu, tak s tím souvisejícím nárůstem svalové hmoty. Na základě zvýšené sekrece zmíněných hormonů v období puberty dochází k růstové akceleraci a k dramatickému růstovému spurtu v oblasti svalů. Ten se projevuje i v tvorbě čisté svalové hmoty u chlapců. Mezi nejvýznamnější anabolický androgenní hormon patří testosteron. Ačkoli patří testosteron mezi hlavní androgenní hormony v těle chlapců, největší potenciál má jeho vlastní účinná forma, tedy Dihydrotestosteron<sup>2</sup> nebo přesněji 5- $\alpha$ -dihydrotestosteron (DHT), který má třikrát větší androgenní aktivitu. Dihydrotestosteron je považován za hlavní androgen podporující růst a dozrávání druhotných pohlavních znaků. Na stupni přeměny testosteronu v dihydrotestosteron je závislá velikost postavy a pravděpodobně i objem svalové a tukové tkáně (Malima 2004). Co se týká testosteronu, tak u chlapců se v období dětství tvoří více než u dívek. Celková úroveň testosteronu i estradiolu je ale u chlapců i dívek v období dětství celkem nízká a nevykazuje žádné pohlavní rozdíly. Estradiolu začne narůstat u dívek během puberty nejdříve postupně a po té se jeho hodnoty zvyšují markantněji pod náporom sexuálního zrání. I u chlapců v období puberty narůstá úroveň cirkulace testosteronu nejprve pozvolna a po té přichází dramatický nárůst jeho úrovně v období pohlavního dozrávání. U chlapců narůstá s věkem i estradiol, ale pouze mírně. Výsledky studií ukazují, že koncentrace

---

<sup>2</sup> Dihydrotestosteron nebo přesněji 5- $\alpha$ -dihydrotestosteron (DHT) je vlastní účinná forma testosteronu. Vzniká redukcí testosteronu na uhlíku č. 5 v cílových orgánech (zejména semenné vajíčky, prostata, zevní genitál a části kůže a ochlupení). Enzymem tohoto děje je 5 $\alpha$ -reduktasa.

testosteronu a estradiolu jsou více závislé na stádiu pohlavní vyzrállosti vyjádřené rozvojem druhotných pohlavních znaků než na chronologickém věku (Winter 1978 in Malina 2004). Úroveň tvorby testosteronu a estradiolu v závislosti na věku u chlapců i dívek je prezentována na (Obr. 4).



Obr. 4 Úroveň tvorby testosteronu a estradiolu v závislosti na věku u chlapců a dívek (Malina 2004)

Prekurzorem tvorby testosteronu a dalších hormonů v těle jedince je dehydroepiandrosteron<sup>3</sup> (DHEA). Počátek růstu úrovně DHEA je asi okolo sedmi let a to jak u chlapců tak u dívek. Asi kolem dvacetišesti let potom pomalu klesá. Ve věku

<sup>3</sup> DHEA je androgení hormon produkovaný organismem. Je prekurzorem dalších hormonů. V organismu je tedy DHEA konvertován na další hormony jako testosteron, estrogen, progesteron či kortisol.

kolem šedesáti let nacházíme již jen asi 5% této látky. U dívek je jeho nejvyšší nárůst zhruba mezi dvanácti a čtrnácti lety a po té klesá.

U chlapců začíná narůstat rapidně také v počátku puberty, ale další značný růst u nich zaznamenává ještě po šestnáctém roce věku a způsobuje tím značné rozdíly mezi chlapci a dívkami v úrovni koncentrace tohoto steroidního hormonu v tomto období (Malina 2004). Příčinou růstové akcelerace během puberty jsou mimo pohlavních hormonů testosteronu a estrogenu také růstový hormon GH a růstový faktor IGF-I<sup>4</sup>, které též vykazují rapidní nárůst v tomto období (Malina 2004, Rolland 2004). Hladina GH v různých obdobích kolísá, což se projevuje různou růstovou rychlostí, která s věkem klesá a je řízena geneticky zakotvenou informací. Existují data, která dokazují, že u mladých pacientů, kteří měli nedostatek růstového hormonu, byl růstový spurt v období adolescence snížen (Rolland 2004). Průměrné hodnoty 24 hodinové hladiny GH byly u jedinců v pubertě dvojnásobné oproti těm v předpubertálním období. A tyto hodnoty byly odrazem spíše celkově vysokého obsahu hormonu v těle než rychlejší frekvence pulsace (dodávky) hormonu (Martha a kol. in Rowland 2004). Podle Parker a kol. by mohla mít na nárůst GH přímý vliv sekrece pohlavních hormonů (Parker a kol. in Rowland 2004). Jejich výzkumy ukazují, že testosteron u chlapců v období před pubertou spravoval stimulaci produkce růstového faktoru IGF-I. To potvrzuje i Malina (2004), který konstatuje, že nárůst koncentrace pohlavních steroidů během puberty ovlivňuje produkci dalších hormonů podporujících růst, speciálně GH a IGF-I. Podle něho růst pohlavních steroidů v tomto čase řídí nárůst sekrece GH, která obratem stimuluje produkci IGF-I. A Ulloa-Aguirre a kolegové popsali dramatický nárůst sekrece GH po třech měsících podávání léčebných dávek testosteronu dětem, kteří měly problémy s růstem v období brzké prepubesce (Ulloa-Aguirre in Rowland 2004). Tento efekt testosteronu je patrný především během začátku puberty a během pozdní puberty mizí. Hladiny GH a IGF-I pak klesají, zatímco koncentrace pohlavních

---

<sup>4</sup> Inzulínu podobné růstové faktory (IGF, insulin-like growth factors) jsou peptidy, které se podílejí na řízení růstu, metabolismu, přežívání a diferenciaci buněk a jsou regulovány růstovým hormonem. IGF-I i IGF-II se skládají z malých peptidů, které jsou z 50% homologní s proinzulinem, a jsou tvořeny hlavně v játrech. O IGF-I se ví, že působí jako růstový faktor, úloha IGF-II dosud nebyla dostatečně objasněna.

koncentrace pohlavních hormonů zůstává stabilní. Dále je tento efekt zřetelný především u chlapců ve srovnání s dívkami (Kerrigan a Rogol 1992 in Malina 2004).

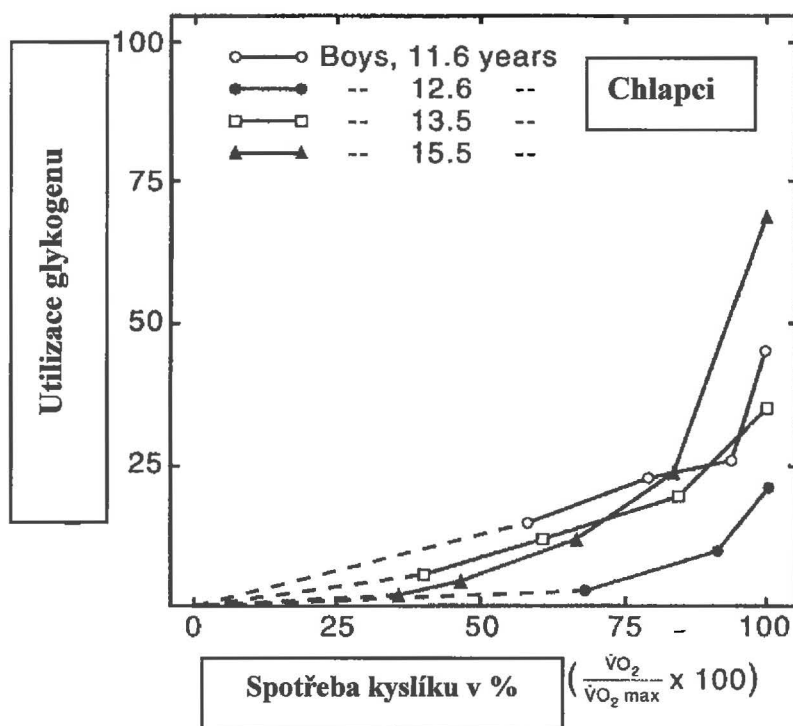
Je možno tedy konstatovat, že podle studií je testosteron zodpovědný za nárůst celkového tělesného metabolismu bílkovin u předpubertálních chlapců (Maura a kol. 2004 in Malina 2004). Tyto anabolické aktivity byly doprovázeny zvýšením úrovně koncentrace GH a IGF-I a testosteronu v krvi. V kontrastu s tím, trvalé působení estrogenů u dívek nemělo zásadní vliv na tělesný metabolismus bílkovin navzdory zvýšení koncentrace IGF-I v plazmě (Maura 1995 in Malina 2004). Absence tohoto anabolického efektu, který je zřejmý u chlapců může přispívat k pohlavním rozdílům v tělesných proporcích, velikosti postavy a tedy i úrovni síly v období puberty a adolescentního růstového spurtu. Efekt testosteronu tedy tvoří základ pro dramatický růstový spurt v oblasti svalů a čisté svalové hmoty u chlapců. Estrogen má menší anabolický efekt než ostatní androgeny. Proto nárůst svalové hmoty během adolescence u dívek je primárně způsoben efektem androgenních hormonů kůry nadledvin (Malina 2004). Androgeny podporují také růst kostí a tedy kostní zrání jedince, což je důležité v souvislosti s bezpečností silového tréninku. Stimulaci dlouhodobého růstu dlouhých kostí zajišťují ve spolupráci s GH a IGF-I a jsou společně zodpovědné za zesílení kostí v průměru. Zvýšení koncentrace dehydroepiandrosteronu a adrenálních steroidů u chlapců a dívek mezi sedmi a dvanácti lety možná souvisí s kumulací tuku u obou pohlaví v tomto období. (tzv. preadolescent fat wave). Stejně jako proces sexuálního zrání a pokračování adolescentního růstového spurtu jsou v tomto ohledu zkušenosti se ztrácením tuku v krajních oblastech těla. Tyto ztráty mohou mít souvislost s nárůstem efektu androgenů během puberty, speciálně testosteronu, který má prokázaný vliv na tukovou tkáň (Malina 2004). Úroveň tvorby růstového hormonu GH je v těsném vztahu s obdobím maximálního růstu PHV (peak high velocity) (Hindmarsh a kol. in Rolland 2004). Období maximálního růstu přichází podle dat z dvacetidvou studií dříve u dívek než u chlapců a to přibližně okolo dvanáctého roku věku, zatímco u chlapců okolo čtrnácti let (Malina a Beunen in Rowland 2004). Podle zmíněných dat byly hodnoty nárůstu výšky PHV  $7.9 \pm 0.6$  cm za rok u dívek a  $9.2 \pm 0.6$  cm za rok u chlapců. Tyto

hodnoty kontrastují se stabilními hodnotami nárůstu v předpubertálním období, které jsou okolo 5.5 cm za rok.



### ATP, CP a glykogen

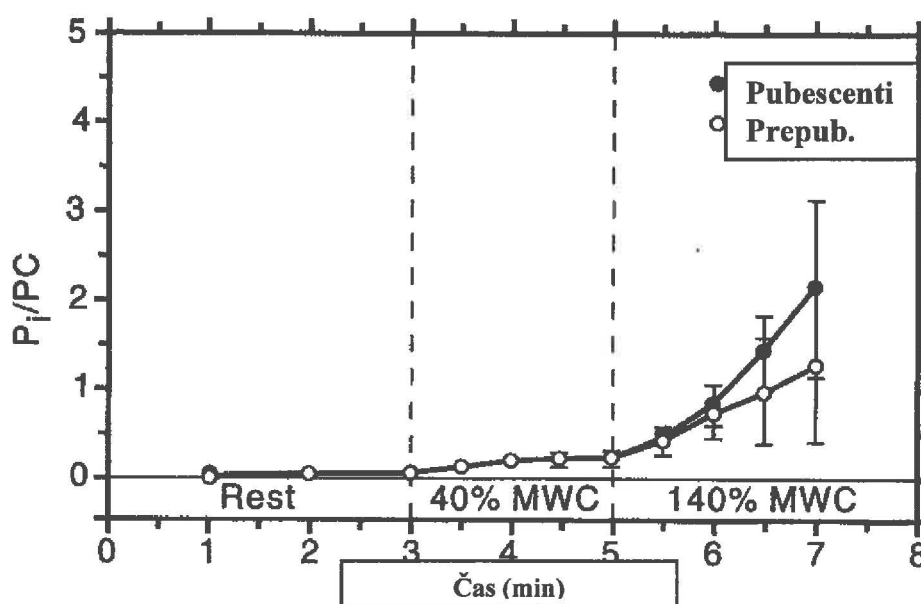
Svalový glykogen je hlavním substrátem procesu glykolýzy a společně s ATP a CP je jedním z hlavních energetických zdrojů pro svalovou kontrakci. Enzymatickým rozpadem glykogenu na pyruvát a laktát se získá energie na přeměnu ADP na ATP a kontrakce svalu se udrží zhruba po dobu 1 min. To je na základě glykolýzy, při které se glykogen odbourává a sval může pracovat 45 – 90 s bez přístupu kyslíku. Rychlost tvorby ATP je 2.5 krát rychlejší než při aerobní práci, ale ve svalu se kumuluje mnoho konečných produktů metabolismu včetně laktátu. Úměrně se ztrátou glykogenu roste i svalová únava. Vývojové rozdíly v zásobách glykogenu zkoumali Erikosson a Saltin u skupiny chlapců 11.6, 12.6, 13.5 a 15.5 roku. Sledovali nárůst zásob glykogenu v quadricepsu a hodnoty byly 54, 70, 69 a 87 mmol.kg<sup>-1</sup> (Erikosson a Saltin in Rowland 2004). Utilizace glykogenu byla třikrát vyšší u starších jedinců viz (Obr. 5).



Obr. 5 Utilizace glykogenu během cvičení u chlapců v závislosti na věku

Stejný trend vykazovaly i hodnoty laktátu. Lundberg a kol. sledovali obsah glykogenu u dvacetipěti dětí ve věku od dvou měsíců do jedenácti let. Průměrná koncentrace byla  $61 \pm 16 \text{ mmol.kg}^{-1}$  (Lundberg a kol. in Rowland 2004). Koncentrace ATP ve svalu je během fetálního období velmi nízká, její hodnoty jsou nižší než  $0,5 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Po narození rapidně stoupá a v prvním roce života je již okolo  $3 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Hodnoty dospělého jedince jsou okolo  $5 \text{ mmol.kg}^{-1}$  a jsou dosaženy později, ale kdy přesně není známo (Malina 2004). Koncentrace fosfofruktokinázy, regulačního enzymu glykolýzy dosahuje  $3 \text{ mmol.kg}^{-1}$  u plodu v období pozdního těhotenství a  $8 \text{ mmol.kg}^{-1}$  při narození. Tyto hodnoty jsou tedy nižší než u dospělých jedinců. Ale žádné rozdíly v koncentracích tohoto enzymu nebyly zaznamenány u adolescentních dívek mezi třinácti až patnácti lety a dospělými ženami ve věku dvacet dva až čtyřicet dva let (Haralambie 1982 in Malina 2004). Zanconato a kol. měřili metabolismus v lýtkovém svalu během cvičení v anaerobním režimu u deseti dětí ve věku sedm až deset let a u devíti dospělých ve věku dvacet až dvacet čtyři let. Nenalezli žádné rozdíly v hodnotách pH nebo poměru Pi/PC v klidu mezi oběma skupinami. Při cvičení ale vykazali dospělí vyšší nárůst poměru Pi/PC a výrazně vyšší pokles pH. Nárůst Pi/PC byl v počátku sice podobný s dětmi, ale ve fázi akcelerace cvičení byl signifikantně vyšší u dospělých ( $23,6 \pm 9,8$  vs.  $10,7 \pm 2,5$ ). Současně byl u dospělých strmější i pokles pH ( $-6,0 \pm 1,9$  vs.  $3,7 \pm 1,2$ ) (Zanconato a kol. in Rowland 2004). Nižší poměr Pi/PC během maximální zátěže u dětí našel také Kuno a kol. a průměrné hodnoty pH byly v jeho měření u dvanáctiletých dětí 6,71 a 6,58 u dvacetipětiletých (Kuno a kol. in Rowland 2004). Taylor a kol. konstatovali vyšší hodnoty pH u šesti až dvanáctiletých dětí v porovnání s dvaceti až dvacetidevítiletými (Taylor a kol. in Rowland 2004). Peterson a kol. prováděli studii na předpubertálních a pubertálních plavkyních s očekáváním, že budou lépe tolerovat zátěž vysoké intenzity. Prováděli cvičení nohou po dobu dvou minut a to jednak v úrovni 40% maximální pracovní kapacity svalu a jednak v oblasti supramaximálního výkonu okolo 140% pracovní kapacity svalu. Výsledky cvičení byly v hodnotách pH  $6,76 \pm 0,17$  vs.  $6,66 \pm 0,11$  u předpubertálních a pubertálních dívek. A hodnoty poměru Pi/PC byly během cvičení vyšší u pubertálních dívek a to o 70% viz (obr. 6). Ale co se týká acidózy, byly podle autorů rozdíly statisticky nesignifikantní a proto závěr zněl, že na základě zmíněných výsledků

nemůžou konstatovat, že proces glykolýzy je u dětí mírnější (Peterson a kol. in Rowland 2004). Eriksson našel u trénovaných jedenácti až třináctiletých chlapců nárůst hodnot ATP, CP a glykogenu u relaxovaného svalu. Dále zjistil, že vlivem tréninku se zvyšovala utilizace glykogenu (Eriksson in Kinanthropologica 2001). To podle Grodjinovsky a kol. (1980) souvisí s pozitivním efektem tréninku na anaerobní výkon u dětí, který prokázal ve své studii. I Perič a kol. (2001) konstatovali, že mladí hokejisté podstupující anaerobní zátěž měli lepší hodnoty Wingate testu než netrénující děti (Kinanthropologica 2001). Informace o změnách oxidativní kapacity svalů během růstu jsou podle Maliny (2004) limitující. Oxidativní potenciál kosterních svalů může být odhadován podle aktivity několika klíčových enzymů, mezi které patří sukcinatdehydrogenáza (SDH). Koncentrace SDH je okolo  $0,5 \text{ mmol.kg}^{-1}$  za minutu v období 12 až 25 týdne těhotenství a po té rapidně narůstá. V prvním měsíci života již dosahuje hodnot  $5 \text{ mmol.l}^{-1}$ , ale hodnoty jsou pořád nižší oproti dospělým jedincům. Zajímavé je, že adolescentní dívky mají vyšší molekulární koncentraci a úroveň aktivity několika oxidativních enzymů než dospělé ženy měřené ve vastus lateralis (Haralambie 1982 in Malina 2004).

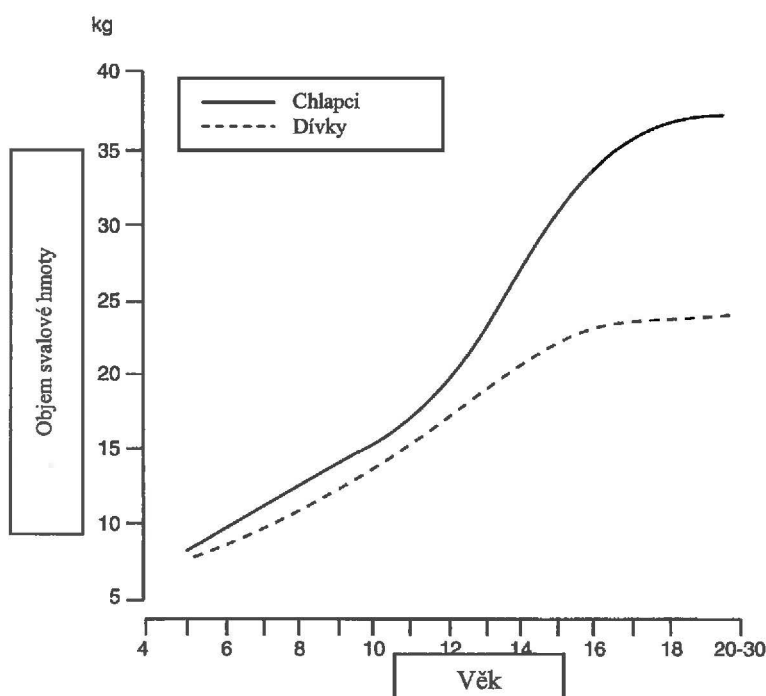


Obr. 6 Změny poměru anorganického fosfátu a fosfokreatinu ( $P_i/PC$ ) u předpubertální a pubertálních plavkyň při odpočinku, během submaximální a supramaximální zátěže (Peterson a kol 1999 in Rowland 2004)

nárůstu celkové tělesné hmotnosti v období růstu. V období adolescence narůstá svalová hmota lineárně s věkem, v období puberty se vlivem zvýšeného působení androgenních hormonů objevují mírně vyšší hodnoty nárůstu svalové hmoty a to především u chlapců. U dívek jsou pozorovány pouze minimální změny. Stejně hodnoty vyjadřuje i křivka nárůstu svalové síly. Nárůst procentuálního zastoupení svalové hmoty na celkové hmotnosti u chlapců je od 42% v pěti letech do 53% v sedmnácti letech. U dívek byly pozorovány hodnoty nárůstu pouze od 41% do 42% během tohoto věkového rozpětí. Tyto genderové rozdíly v zastoupení svalové hmoty souvisí samozřejmě s rozdílným silovým výkonem v rámci pohlaví. Odhady jak velký poměr zabírá svalová hmota u daného jedince se nejčastěji odvozuje na základě vylučování kreatininu či na základě koncentrace draslíku. Tato metoda samozřejmě má své limity, protože její výsledky mohou být zkresleny dietou nebo fyzickou aktivitou. Nicméně poskytuje nám přiměřený odhad změn v zastoupení svalové hmoty během vývoje jedince. Průměrné 24 hodinové koncentrace vyloučeného kreatinu v moči stoupají s věkem během růstu jedince a jsou vyšší u chlapců oproti dívkám. V období mezi deseti a osmnácti lety se množství kreatinu vyloučeného močí během 24 hodin u chlapců více než zdvojnásobí. U dívek nalzáme také téměř dvojnásobné zvýšení. Tento efekt je způsoben především růstovým spurtem svalové tkáně v období adolescence. Jeden gram kreatinu vyloučeného během 24 hodin močí, znamená zhruba 20 kg svalové hmoty. Odhady absolutního množství svalové hmoty na základě vyloučeného kreatinu v moči ukazuje (obr. 7). Pohlavní rozdíly v celkovém objemu svalové hmoty jsou do období počátku růstového akcelerace v adolescenci velmi malé. Chlapci v období adolescence získávají podstatně více celkové svalové hmoty než dívky, což se projevuje v úrovni silového výkonu v rámci pohlaví. Na základě sekrece kreatinu můžeme odhadnout, že u chlapce ve věku jedenácti let je typický podíl svalové hmoty okolo 15 kg. Během akcelerace růstu v pubertě se poměr svalové hmoty zvýší až na 35 kg v sedmnácti letech. Rozdíly zaznamenáváme i u dívek. U těch jsou vidět menší nárůsty objemu svalové hmoty, ale signifikantně se u nich zvyšuje obsah tělesného tuku. V jedenácti letech mají dívky ještě stejné zastoupení svalové hmoty jako chlapci (okolo 15 kg), ale v sedmnácti letech u nich zabírá svalová hmota už pouze 22 kg oproti 35 kg u chlapců. Podíl čisté svalové hmoty u jedenáctiletých dětí je shodný v rámci pohlaví, ale u sedmnáctiletých

hmota lineárně s věkem, v období puberty se vlivem zvýšeného působení androgenních hormonů objevují mírně vyšší hodnoty nárůstu svalové hmoty a to především u chlapců. U dívek jsou pozorovány pouze minimální změny. Stejně hodnoty vyjadřuje i křivka nárůstu svalové síly. Nárůst procentuálního zastoupení svalové hmoty na celkové hmotnosti u chlapců je od 42% v pěti letech do 53% v sedmnácti letech. U dívek byly pozorovány hodnoty nárůstu pouze od 41% do 42% během tohoto věkového rozpětí. Tyto genderové rozdíly v zastoupení svalové hmoty souvisí samozřejmě s rozdílným silovým výkonem v rámci pohlaví. Odhady jak velký poměr zabírá svalová hmota u daného jedince se nejčastěji odvozuje na základě vylučování kreatininu či na základě koncentrace draslíku. Tato metoda samozřejmě má své limity, protože její výsledky mohou být zkresleny dietou nebo fyzickou aktivitou. Nicméně poskytuje nám přiměřený odhad změn v zastoupení svalové hmoty během vývoje jedince. Průměrné 24 hodinové koncentrace vyloučeného kreatinu v moči stoupají s věkem během růstu jedince a jsou vyšší u chlapců oproti dívkám. V období mezi deseti a osmnácti lety se množství kreatinu vyloučeného močí během 24 hodin u chlapců více než zdvojnásobí. U dívek nalzáme také téměř dvojnásobné zvýšení. Tento efekt je způsoben především růstovým spurtem svalové tkáně v období adolescence. Jeden gram kreatinu vyloučeného během 24 hodin močí, znamená zhruba 20 kg svalové hmoty. Odhady absolutního množství svalové hmoty na základě vyloučeného kreatinu v moči ukazuje (obr. 7). Pohlavní rozdíly v celkovém objemu svalové hmoty jsou do období počátku růstového akcelerace v adolescenci velmi malé. Chlapci v období adolescence získávají podstatně více celkové svalové hmoty než dívky, což se projevuje v úrovni silového výkonu v rámci pohlaví. Na základě sekrece kreatinu můžeme odhadnout, že u chlapce ve věku jedenácti let je typický podíl svalové hmoty okolo 15 kg. Během akcelerace růstu v pubertě se poměr svalové hmoty zvýší až na 35 kg v sedmnácti letech. Rozdíly zaznamenáváme i u dívek. U těch jsou vidět menší nárůsty objemu svalové hmoty, ale signifikantně se u nich zvyšuje obsah tělesného tuku. V jedenácti letech mají dívky ještě stejné zastoupení svalové hmoty jako chlapci (okolo 15 kg), ale v sedmnácti letech u nich zabírá svalová hmota už pouze 22 kg oproti 35 kg u chlapců. Podíl čisté svalové hmoty u jedenáctiletých dětí je shodný v rámci pohlaví, ale u sedmnáctiletých zaznamenán vyšší nárůst u chlapců (0.34) než u dívek (0.26), (Rowland 2004). Během

růstu se svalová hmota tvoří v různých částech těla rozdílně, speciálně se to týká dolních partií těla. Studie dále prokazují, že chlapci v dětství a speciálně potom v adolescenci mají v průměru proporcionalně více svalové hmoty v horní polovině těla (ruce, ramena, trup) než dívky, což se projevuje i v rozdílné úrovni síly v těchto partiích těla. Nárůst svalové hmoty má tedy své věkové zákonitosti a vykazuje i odlišnosti v rámci pohlaví.



Obr. 7 Změny v objemu svalové hmoty v závislosti na věku a pohlaví na základě vyloučeného kreatinu (Malina 2004).

### *II. 2. 3 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí z hlediska neurologie*

#### Neurologické vlivy na rozvoj síly

Na rozvoj svalové síly u dětí mají pravděpodobně silný vliv nervosvalové procesy, jako je například rychlost přenosu vzruchu k činnému svalu, nervosvalové koordinace motorických jednotek, úroveň náboru motorických jednotek a rychlost jejich zapojení.

Garcia a spol. konstatovali, že rychlost senzomotorického přenosu a rozsah a morfologie akčního potenciálu narůstají během prvního roku života. Ve své studii prokázali, že maximální rychlost přenosu vzruchu byla dvakrát rychlejší u dospělých než u novorozence. Avšak, celkové hodnoty tohoto měření se přibližují úrovni dat dospělých a dětí okolo čtyř a pěti let věku (Garcia a spol. in Rowland 2004). Ostatní výzkumníci pozorovali podobné hodnoty. Kontinuální nárůst v rychlosti periferního nervosvalového přenosu v pozdním dětství zaznamenali Malmstrom a Lindstrom. Jejich studie se zúčastnilo šedesát tři jedinců v dětském a adolescentním věku. K měření bylo využito EMG. Výzkumníci konstatovali, že šíření rychlosti nervosvalového vzruchu nesouvisí pouze s věkem, ale i s výškou jedince a průměrem svalu. Přišli na to, že v rámci rozdílu ve výšce mezi 100 a 200 cm naroste přenosová rychlost téměř o 20% (Malmstrom a Lindstrom in Rowland 2004). Většina ostatních studií ovšem konstatovala, že rychlost nervosvalového přenosu stoupá pouze do pěti let věku. A protože výsledky Malmstroma a Lindstroma byly prokázány pouze na malém počtu měření, nemohou být dle nich použita jako finální východisko pro hodnocení rozvoje potenciálu v rychlosti nervosvalového přenosu během dětství (Malmstrom a Lindstrom in Rowland 2004). Malé, ale signifikantní změny v rychlosti nervosvalového přenosu konstatuje i Lang a kol. Změny zaznamenali v rychlosti šíření vzruchu v horních partiích těla, ale naopak snížení v dolních partiích jak u dívek tak u chlapců. Závěr Langa a kol. byl, že vývoj nervosvalového přenosu je komplexní jev, který je závislý na takových skutečnostech jako je růst končetin do délky nebo proporcíh distální části nervového výběžku, která může být tenčí než ta proximální (Lang a kol. in Rowland 2004). V další studii byla porovnávána kortikospinální přenosová rychlost u dětí a dospělých. Měřila se doba vedení v kortikospinálním traktu u šesti až devítiletých dětí v porovnání s dvou až dvacetišestiletými dospělými. Závěr zněl, že nebyly pozorovány žádné rozdíly v centrální přenosové rychlosti mezi oběma skupinami. Avšak byl nalezen rozdíl a to v době přenosu vzruchu ve stádiu relaxace. Ta byla významně vyšší u dětí (Heinen a kol. in Rowland 2004). V jiné studii hlásili autoři 16.8 % signifikantní nárůst rychlosti nervosvalového přenosu v rámci křivky EMG u maximální izokinetické síly měřené při flexi v loketním kloubu u prepubescentů. To u nich korespondovalo s 27.8% nárůstem maximální izokinetické síly, který následoval

po osmi týdenním silovém tréninku (Armstrong 1997). Dále viz kapitola Vliv silového tréninku na nervosvalovou adaptaci. Na základě zmíněných dat je tedy pravděpodobné, že rychlost senzomotorického přenosu nesouvisí jen s věkem, ale i s výškou jedince, růstem končetin do délky či s průměrem svalu a nárůst rychlosti nervosvalového přenosu na základě vývoje jedince by mohl ovlivňovat i nárůst síly.

### **Počet a nábor motorických jednotek**

Ze studií vyplívá, že počet motoneuronů, které jsou přítomny u jedinců v brzké dospělosti, existují ve stejném počtu již od narození či brzkého dětství. Ale populace motorických jednotek se během života může měnit. Je znám jejich progresivní pokles během dospělosti. Jejich počet neustále klesá mezi dvaceti až osmdesáti lety tak, že u těch nejstarších je pak až o polovinu nižší než u mladších (Rowland 2004). Ramsay a kol. měřili přínos změn v aktivaci motorických jednotek pro rozvoj svalové síly u třináctiletých předpubertálních chlapců. Po desetitýdenním resistantním tréninku zaznamenali nárůst aktivace motorických jednotek u loketních flexorů a kolenních extensorů 9% respektive 12%. Další desetitýdenní trénink se projevil dalším nárůstem a to 3% respektive 2% (Armstrong 1997). Stejně výsledky pozorovali i Belangr a McComas (Belangr a McComas in Rowland 2004). Změny v aktivaci motorických jednotek tedy byly zaznamenány, avšak byly daleko menší než změny ve svalové síle. Maximální volní izometrická síla narostla u loketních flexorů o 40% a u kolenních extensorů o 25% následkem dvacetitýdenního silového tréninkového programu. Ramsay a kol. tedy konstatují, že nárůst svalové síly u prepubescentů může být připisován nárůstu aktivace motorických jednotek jen z části. A dále upozorňují na fakt, že důležitou roli v silovém výkonu během dětství hraje nepochybně rozvoj (učení) motorické koordinace (Ramsay a kol. in Armstrong 1997). Vývojové změny v oblasti procentuální aktivace motorických jednotek zkoumal také Blimkie (Blimkie in Rowland 2004). Na základě své studie popisuje stupeň aktivace motorických jednotek (MUA) měřený u dětí mezi deseti a šestnácti lety. U flexorů lokte Blimkie nezaznamenal žádné rozdíly mezi danými věkovými skupinami ve stupni aktivace motorických jednotek (89,4% MUA – u desetiletých a 89,9% MUA u šestnáctiletých). Avšak u extensorů



kolena byl stupeň aktivace motorických jednotek (MUA) signifikantně vyšší u mladších jedinců (95,3% u desetiletých versus 77% u šestnáctiletých) (Blimkie in Rowland 2004). Belangr a McComas zkoumali míru aktivace během volní svalové kontrakce u dvou věkových skupin (Belangr a McComas in Rowland 2004). A to u chlapců mezi šesti a třinácti lety a mezi patnácti a 18 lety. Nalezli, že nejvyšší možná motorická aktivace byla dosažena volní kontrakcí holeního svalu u všech věkových skupin. Dvě z deseti předpubertálních dětí (né však žádný z postpubertálních) plně neaktivovali plantární flexor kotníku (MUA bylo 95%). Na základě těchto nálezů autoři konstatovali, že nelze ověřit, že děti mohou mít menší schopnost aktivovat motoneurony v oblasti plantárních flexorů než starší jedinci a adolescenti. Brodie a kol. měřili ukazatel TAE (torque acceleration energy), který ukazuje množství práce využitě pro nábor motorických jednotek (Rowland 2004). U dvacetičtyř předpubertálních chlapců naměřil různé hodnoty od 0.52 do 3.15 rad.s<sup>-1</sup>. Hodnoty se měnily v rozmezí od 0.16 do 1.74 rad.s<sup>-1</sup> což souviselo s tím, že TAE je silně závislé na rychlosti. Autoři konstatovali, že jen takové motorické jednotky, které jsou schopné vysoké rychlosti kontrakce jsou schopné i vysoké rychlosti zapojení. Zda se dá ovlivňovat nábor motorických jednotek vlivem cvičení v různých věkových obdobích je stále nejisté (Brodie a kol. in Rowland 2004). Ale podle Rowlanda (2004) by mohly být takové změny očekávány jako efekt metabolické a fyziologické odezvy na fyzickou aktivitu. Závěrem lze říci, že většina autorů se shoduje v tom, že nervosvalové procesy jako aktivace motorických jednotek, jejich nábor a koordinace mohou být velmi důležitým determinantem rozvoje síly u dětí. Dá se podle nich očekávat, že síla u dětí může být závislá na míře schopnosti aktivovat motorické jednotky. Ta se však v kritickém věkovém období růstu teprve vyvíjí a jsou v tomto ohledu vidět rozdíly v rámci jednotlivých svalů. Studie na zvířatech ukazují, že ve skutečnosti změny v aktivaci neuromuskulárního systému mohou pozměňovat metabolické a funkční charakteristiky svalového systému. Jak tento jev může ovlivňovat rozvoj svalové síly u dětí zůstává stále otázkou (Rowland 2004). Je také nutné konstatovat, že máme v této oblasti velmi málo výzkumných dat, na základě kterých je velmi těžké přesvědčivě prokázat, že nervosvalové procesy mohou být jednou ze základních příčin rozdílu v úrovni svalové síly mezi dětmi a dospělými. To samé platí o ovlivnění těchto procesů silovým tréninkem.

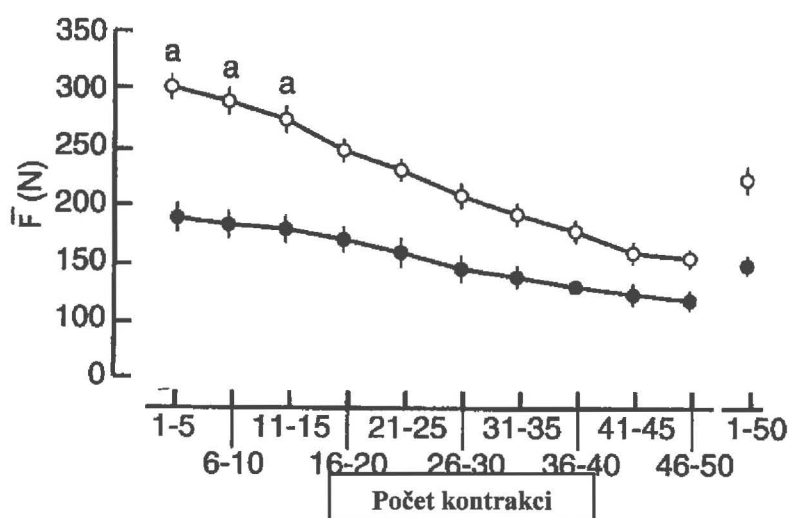
### **Otázka ochranného mechanismu svalů**

Podle některých autorů je třeba limitující faktory svalového výkonu hledat spíše v oblasti nervové než ve svalové. Asmussen konstatoval, že prostě není možné volním úsilím produkovat nejvyšší svalovou tenzi, které jsou dané svaly schopné a při tom mít silovou rezervu, která by byla vyvolána za velmi mimořádných podmínek (ohrožení života atd.). To je připisováno mechanismu nervové regulace svalové tenze, kdy je inhibována síla volní kontrakce proto aby ochránila svaly (prevence poškození svalových vláken) a klouby při velkém zatížení (Asmussen in Rowland 2004). Může za to být zodpovědná negativní zpětná vazba od vnějších receptorů, nebo inhibiční signály vycházející přímo z kůry mozkové či retikulární formace. Z hlediska silového rozvoje dětí je pak možno konstatovat, že některé vývojové změny během dětského růstu v prahové úrovni těchto inhibičních faktorů, mohou být počítány za jeden z faktorů zodpovědných za nárůst velikosti svalů. Seger a Thorstenson pak konstatují, že zmíněný ochranný mechanismus je využíván více dětským organismem než tím plně vyvinutým dospělým. Nutné je však doplnit, že tento faktor nebyli schopni demonstrovat na velké studii napříč věkem u předpubertálních chlapců a dívek a dospělých mužů a žen (Seger a Thorstenson in Rowland 2004).

### **Svalová kontrakce u dětí a dospělých**

Několik studií zkoumalo funkční vlastnosti svalů u dětí. Na jejich základě není jasné zda se kontraktilní procesy mění během biologického zrání jedince. Going a kol. charakterizovali poměr síly a času kontrakce během jednotlivé maximální kontrakce u osmi až jedenáctiletých dětí (Going a kol. in Rowland 2004). Studie zahrnovala tři oblasti zájmu, flexory prstů, flexory předloktí a extensory předloktí. Hodnota nárůstu maximální síly kontrakce se prokázala opakovaně u většiny měření. V této studii nebyli žádní dospělí jedinci, ale maximální hodnoty síly kontrakce a charakter kontrakce (způsob produkce síly) u dětí byly odlišné od většiny předchozích hodnot zjištěných při měřeních na dospělých jedincích. U dětí byly v průměru maximální hodnoty síly svalové kontrakce u flexorů prstů, flexorů předloktí a extensorů předloktí 103,67 a 60 kg.s<sup>-1</sup>. Ve studii s dospělými byly tyto hodnoty měřené na flexorech předloktí 144 a 138

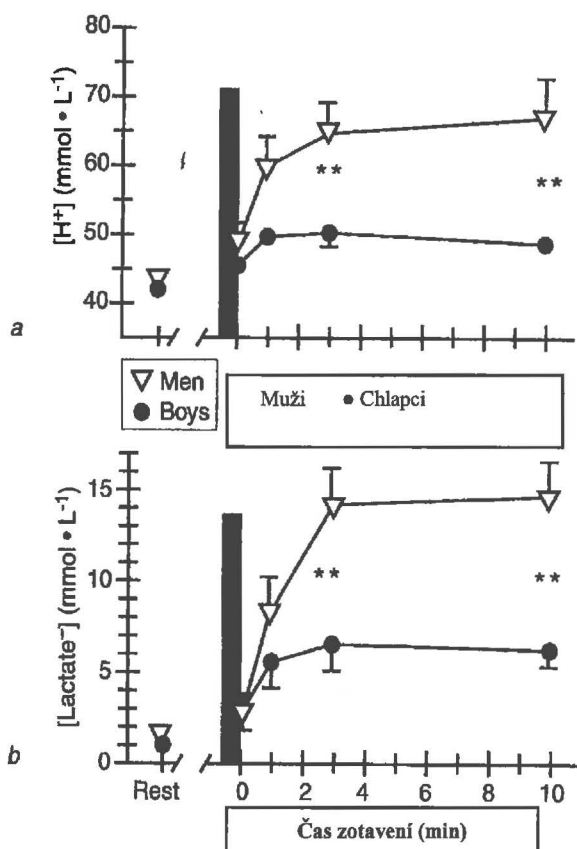
kg.s<sup>-1</sup>. Zmíněná studie na dospělých také ukazovala, že maximální síly kontrakce dosahují dospělí rychleji než děti v jejich studii. Goeing a kol. hlásili dosažení maximální síly kontrakce za 1.87 s a 1.55 s u flexorů předloktí a flexorů prstů ve studii s dětmi (Goeing a kol. in Rowland 2004). V porovnání s tím u dospělých čas rychlejší a to 0.42 s u mužů a 0.75 s u žen a to v oblasti flexorů předloktí. Backman a Henriksonn hodnotili svalovou kontrakci jako odpověď na elektrickou stimulaci u adduktoru palce ruky u dětí od devíti do patnácti let. Zjistili, že hodnoty relaxace svalu nebyly závislé na věku i pohlaví. Podobně nepozorovali žádné rozdíly v nárůstu produkované síle vyvolané elektrickou stimulací v závislosti na věku ani pohlaví (Backman a Henriksonn in Rowland 2004). Kanehisa a kol. testovali vztah mezi schopností svalu generovat sílu a velikostí svalu u dětí a dospělých z pohledu poklesu silového výkonu po opakované maximální kontrakci. Dvacet šest chlapců ve věku čtrnáct let a dvacet sedm dospělých ve věku mezi osmnácti a dvacetipěti lety prováděli padesátkrát maximální kolenní extenzi. Příčný průřez svalu byl odhadován pomocí vyšetření ultrazvukem. Bylo zjištěno, že produkce síly byla vyšší u dospělých bez ohledu na to jaké byly absolutní či relativní hodnoty průřezu svalového vlákna (Kanehisa a kol. in Rowland 2004). Průměrný procentuální pokles síly během padesáti kontrakcí byl vyšší u dospělých než u dětí a to 48% vs. 36% viz (obr. 8).



Obr. 8 Síla produkovaná při 50-krát opakované maximální kontrakci u dětí a dospělých ● čtrnáctiletí chlapci, ○ mladí dospělí (Kanehisa 1994 in Rowland 2004)

Pozorování této studie by mohlo odrážet vývojové rozdíly ve vnitřních svalových vlastnostech. Pomalý pokles v síle během padesáti opakovaných kontrakcí u dětí může být následkem snížené kumulace laktátu a tím nižší metabolické acidózy. Je známo, že tyto metabolické produkty mohou zasahovat do efektivity procesů excitace a následné kontrakce svalové buňky. Hebestreit a jeho kolegové konstatovali, že metabolická obnova je u krátké intenzivní činnosti u chlapců rychlejší než u mužů. Tito autoři zjistili, že deset minut po třiceti sekundovém maximální sprintu na kole byly hodnoty měřené v krvi takovéto:

$H^+$  u mužů  $66.1 \pm 5.9 \text{ mmol.l}^{-1}$  v porovnání s  $47.5 \pm 1.2 \text{ mmol.l}^{-1}$  u chlapců a laktát byl  $14.2 \pm 1.8$  a  $5.7 \pm 0.7 \text{ mmol.l}^{-1}$  viz (obr. 9) (Hebestreit a kol. in Rowland 2004).



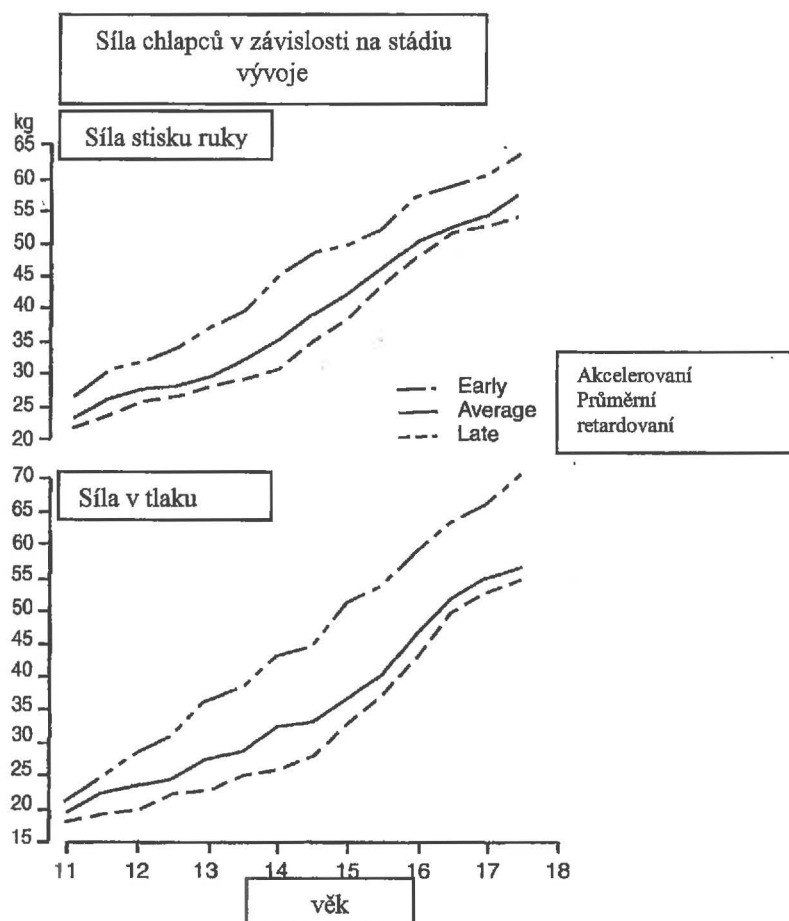
Obr. 9 Koncentrace vodíkových iontů a laktátu v plazmě u pěti chlapců a pěti mužů během odpočinku a během 30 s maximálního výkonu na kole (Hebestreit a kol. 1995 in Rowland 2004)

Stejné závěry konstatovali i další autoři viz kap. ATP, CP a glykogen. Dle dostupných dat je tedy pravděpodobné, že průměrná maximální kontrakce je nižší u dětí než u dospělých a dospělí dosahují maximální svalové kontrakce v kratším čase. Na základě několika studií by mohli mít rychlejší metabolickou obnovu při krátké intenzivní činnosti související s nižší úrovní laktátů.

## ***II. 2. 4 Ontogenetické determinanty stimulace silových schopností dětí z hlediska somatických a jiných faktorů***

### **Somatotyp, kostní věk a svalová síla**

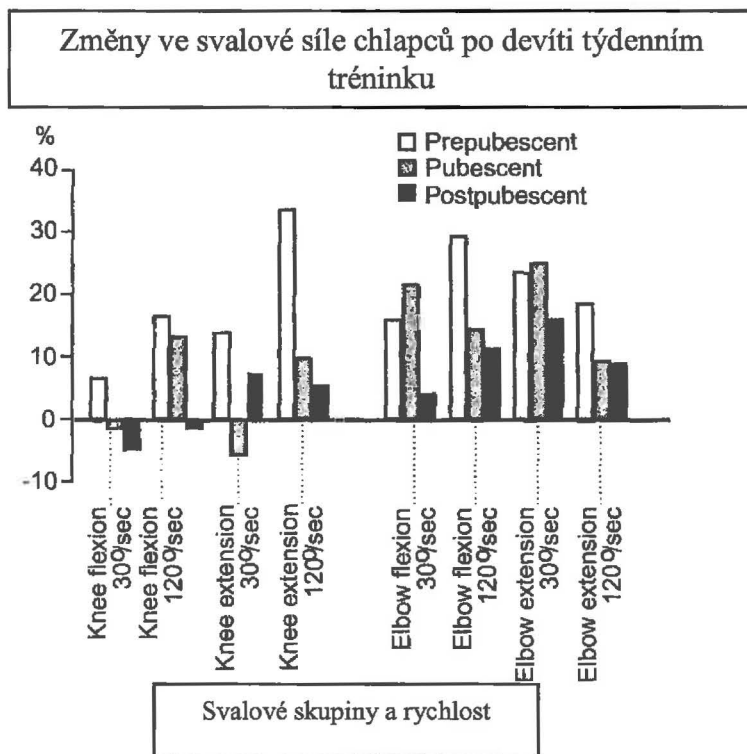
Na úroveň silových schopností má vliv vývoj postavy jedince, její proporce a stavba. Zajímavé je že děti s vyšší úrovní tloušťky nebyly pouze tlustší než jejich vrstevníci, ale byli i vyšší a narůstala u nich později více čistá svalová hmota i objem kostní a svalové hmoty. Naopak hubené děti byly menší a vývojově retardované (Wolff 1995, Beunen 1982, Pařízkova 1977 in Malina 2004). Rozdíly v postavě, hmotnosti a tělesné konstituci mezi akcelerovanými a vývojově retardovanými dětmi se samozřejmě projevuje v rozdílné fyzické výkonnosti a tedy i svalové síle. Vývojově akcelerovaní chlapci všech věkových kategorií jsou silnější než průměrně vyvinutí a retardovaní, ale rozdíly mezi druhými dvěma kategoriemi nejsou tak výrazné viz (obr. 11). U chlapců má endomorfní typ jedince větší předpoklady být vývojově akcelerovaný na rozdíl od ektomorfního typu. Ten má tendenci opačnou. Korelace mezi kostním věkem a komponentou somatotypu u chlapců tento trend potvrzuje. Otázka vývojové akcelerace či retardace jedince je pro stanovení možnosti silového rozvoje v dětském věku, zvolení forem a prostředků tréninku síly velmi důležitá. Na jejím základě je tedy třeba volit formu individualizace silového tréninku napříč věkovými kategoriemi. Dalším z východisek pro svalový rozvoj je vývoj svalové hmoty a kostry. Svalová síla a podíl svalové hmoty jedince silně koreluje s kostním věkem. Tento vztah je slabší v období dětství, ale silnější je adolescenci a to především u chlapců (Reynolds a Johnston in Malina 2004). Kostra v době od šesti do jedenácti let není zdaleka vyvinuta. Zakřiveniny páteře nejsou trvalého charakteru. Proto bychom měli v této době věnovat velkou pozornost nácviku správného držení těla.



Obr. 11 Průměrné hodnoty síly stisku ruky a síly v tlaku u retardovaných, akcelerovaných a průměrně vývojově zralých chlapců (Jones 1949 in Malina 2004)

### Závislost svalové síly a věku

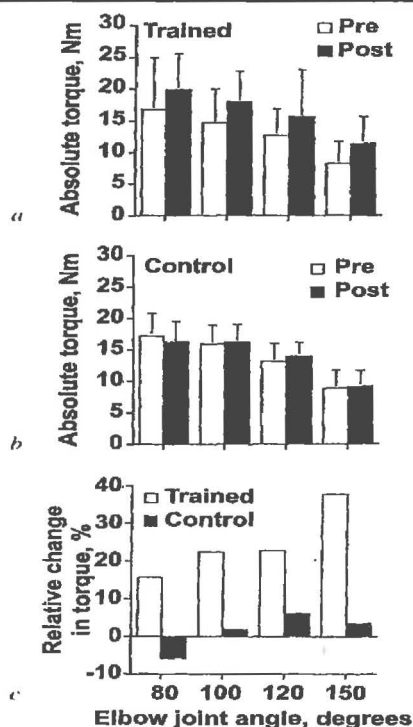
Výsledky většiny studií prokazují, že svalová síla dětí se v období před pubertou rozvíjí více či méně lineárně s věkem. U chlapců je to od brzkého dětství až do třináctého nebo čtrnáctého roku, kdy se začne projevovat markantní nárůst svalové síly v období adolescentního růstového spurtu. Podle dostupných studií mají největší relativní nárůst svalové síly chlapci v předpubertálním věku, následování jedinci v pubertě a postpubertě (obr. 12). Relativní nárůst svalové síly byl největší v horních partiích těla (Pfieffer, Francis 1986). Co se týká absolutní síly je u předpubertálních dětí pravděpodobně méně trénovatelná než u chlapců v pubertě a brzké postpubertě (Malina 2004) viz (obr. 13).



Obr. 12 Relativní změny ve svalové síle po devíti týdenním silovém tréninku u předpubertálních, pubertálních a postpubertálních chlapců (Pfeiffer a Francis 1996 in Malina 2004).

V období kolem dvaceti let je již nárůst svalové síly pomalejší. U dívek probíhá nárůst svalové síly také téměř lineárně a to zhruba do patnácti let, ale není u nich zaznamenán tak razantní vzestup síly v období adolescence. Rozdíly v úrovni síly mezi chlapci a dívkami jsou pozorovány již ve třech letech, ale tyto genderové odlišnosti jsou do doby nástupu puberty velmi malé. Ukazuje to graf rozvoje svalové síly stisku ruky testovaný u chlapců a dívek od tří let věku do osmnácti let viz (obr. 14).

Změny v síle u předpubertálních chlapců po deseti  
týdenním silovém tréninku



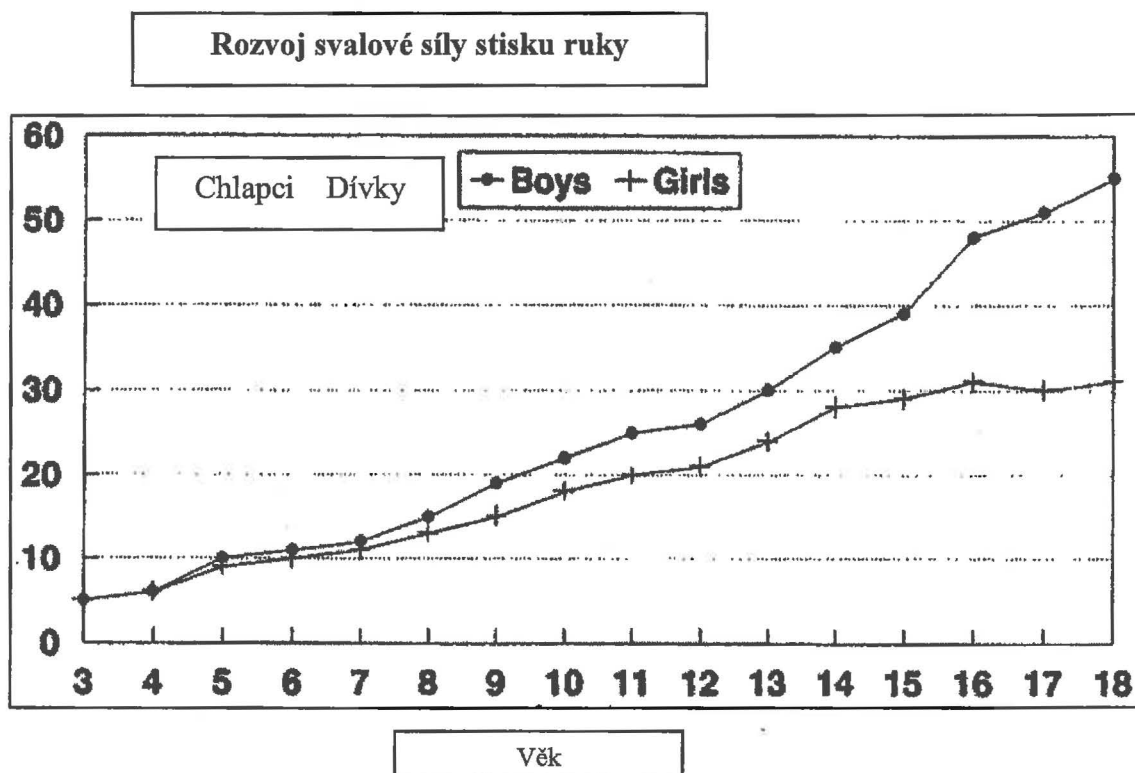
Úhel v loketním kloubu, stupně

Obr. 13 Absolutní a relativní změny ve svalové síle po desetitýdenním rezistenčním tréninku u předpubertálních chlapců ve věku 9 – 11 let (Blimkie a kol. 1989 in Malina 2004).

Během dětství a adolescence mají chlapci tendenci mít větší sílu vztáženou na jednotku velikosti postavy než dívky a to speciálně horní polovině těla a v oblasti trupu. Dle některých autorů izometrická síla u chlapců a dívek narůstá více než predikuje samotná výška postavy (Rowland 1996, Malina 2004). Od období začátku puberty začíná křivka svalové síly u dívek stoupat už o poznání pomaleji než u chlapců a plato u nich podle některých studií nastává již okolo patnácti let. Malé rozdíly v úrovni síly mezi chlapci a dívkami v předpubertálním období se výrazně začínají zvětšovat během adolescence a v tomto čase jen málo dívek dokáže chlapce v silovém výkonu předčít. V sedmnácti letech je rozdíl mezi chlapci a dívkami v síle stisku již téměř dvojnásobný.



Tyto silové pohlavní rozdíly se projevují v horní části těla (síla paží, ramen) a v oblasti trupu více než v oblasti dolních končetin a to i když budeme srovnávat jedince stejně velkých tělesných proporcí.



Obr. 14 Změny v úrovni síly stisku ruky v závislosti na věku a pohlaví (Blimkie 1989 in Armstrong 1997)

U dívek není pozorován srovnatelný nárůst síly a objemu svalů v tomto období, především proto, že se u nich vyskytuje nižší míra hladiny mužského pohlavního hormonu (Fox, Bowers and Fos 1989 in Faigenbaum, Westcott 2000). Komi (1992) zmíněné rozdíly mezi chlapci a dívkami v síle v oblasti ramen a paží přisuzuje ve velké míře také sociokulturním důvodům, tedy výchově dívek. Dívky se méně často ve svém běžném životě setkávají se silově náročnou aktivitou a ruce tedy k silové činnosti používají méně často. Na výsledcích studií prezentovaných v této kapitole je vidět, že nárůst svalové síly u dětí v podstatě kopíruje přirozený nárůst svalové hmoty u dětí.

### **Svalová síla a tělesné proporce**

Svalová síla vysoce koreluje s celkovou velikostí postavy (výška, váha). U chlapců mezi devíti a osmnácti lety je korelační koeficient mezi postavou (hmotností) a izometrickou silou charakterizován rozsahem  $r = 0.77$  a  $r = 0.93$ . V závislosti na poměru postavy a celkové tělesné hmoty narůstá u chlapců izometrická svalová síla měřená při testování stiskem ruky neustále a to zhruba do třinácti let. Úroveň nárůstu svalové síly, poté co akceleruje v pubertálním věku, v pozdní adolescenci postupně ztrácí na intenzitě. U dívek nastává podobný model jako u chlapců, tedy síla stisku souvisí s tělesnou hmotou, ačkoli růst křivky není tak strmý. Akcelerace síly v období puberty je u dívek také při testu stisku ruky o hodně menší a plato nastává v patnácti letech. V období mezi sedmi a osmnácti lety jsou chlapci konzistentně silnější než dívky v absolutní síle stisku vztažené k velikosti postavy. Rozdíly v síle mezi pohlavími jsou do třinácti let věku minimální. Desetiletí až šestnáctiletí chlapci dosahují nárůstu svalové síly v průměru 10.1% za rok a to síly jak v dolní tak horní části těla. Někteří autoři tedy konstatují, že pozorovaný nárůst svalové síly u deseti a šestnáctiletých chlapců může být predikován podle samotného lineárního nárůstu velikosti a s tím související hmotnosti postavy (Malina 2004, Rowland 2004).

### **Vztah silových schopností k poloze těla nebo jeho částí**

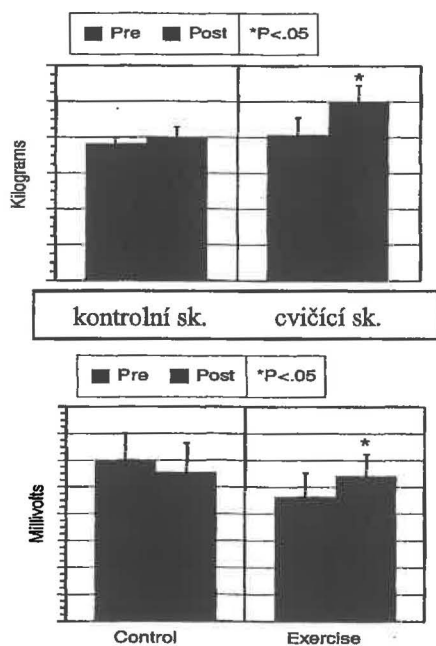
K rozhodujícím podmínkám pro působení silových schopností vzhledem k motorickému výkonu počítá Čelikovský a kol. (1979) relativní polohy jednotlivých částí těla. Tyto polohy jsou dány pohybovým úkolem a charakteristikami tělesného cvičení. Jde o úhly sklonu působení svalových skupin vzhledem k jejich úponům na kosti. Dále o činnostní úhly vůči podložce nebo vzhledem k vlastnímu tělu nebo k tělu spoluhráče či soupeře. V některých případech může docházet ke změnám silového projevu i při nepatrných změnách polohy. Například pronace paží vyvolá pokles silového projevu až o třetinu (jde o flexi v loketním kloubu). Při zdvihání činky neznatelné ohnutí rukou snižuje zdvih až o 40%, ohnutý trup o 13%, sklon hlavy o 9%. Závislost mezi úrovní silového projevu a úhlem, který svírá končetina je při flexi paže v loketním kloubu nejvyšší okolo 90%, při extenzi v loketním kloubu okolo 120%, při

extenzi v ramenním kloubu v intervalu 60 – 70 %.Tyto hodnoty jsou ovlivňovány jak tréninkem tak věkem (Čelikovský a kol. 1979).

## II. 3 Vlivy silové přípravy na dětský organismus

### II. 3. 1 Vliv silové přípravy na nervosvalovou adaptaci

O možné nervosvalové adaptaci v rámci resistantního tréninku u dětí máme zatím velmi málo informací. Existuje domněnka naznačující možnost změn v oblasti nervové inervace kosterního svalu, avšak mechanismus kterým by se tak dělo zůstává nejasný (Rowland 2004, 1996). Ozmun a kol. dělali studii na osmi prepubertálních dětech, které v rámci výzkumu posilovaly třikrát v týdnu po dobu osmi týdnů a byla jim měřena rychlost vedení vzruchu k činnému svalu na EMG. Děti prováděly 7-11 opakování bicepsového zdvihu s malými činkami ve třech sériích. Závěr zněl, že izometrická i izokinetická síla paží se vlivem silového tréninku rozvíjela. Nárůst byl v průměru od 22,6% do 27,8%. Zároveň EMG křivka vykazala růst 16,8% (Ozmun a kol. in Rowland 2004, 1996). U kontrolní skupiny nebyly zaznamenány žádné signifikantní změny viz(obr. 15).



Obr. 7 Změny isotonické síly a EMG aktivity po devítitýdenním rezistenčním tréninku u předpubertálních dětí a kontrolní netrénující skupiny (Ozmun, Mikesky a Surburg 1994 in Rowland 2004)

Ramsay a kol. měřil vliv silového tréninku na kontraktilní vlastnosti loketních flexorů a kolenních extensorů u předpubertálních chlapců. Prokázali signifikantní nárůst absolutních hodnot u obou svalových skupin a to 29,6 % u loketních flexorů a 29,7 % u kolenních extensorů. Trénink způsobil také malý nárůst v síle izokinetického točivého momentu. Signifikantní byl však pouze u loketních flexorů. Výzkum naznačoval také trend v nárůstu aktivace motorických jednotek u kolenních i loketních extensorů, ale tyto změny nedosahovaly statisticky signifikantních hodnot. Další nervosvalové procesy jako nervosvalová koordinace motorických jednotek, nábor motorických jednotek či rychlost frekvence aktivace nebyly bohužel měřeny (Ramsay a kol. in Rowland 2004).

### *II. 3. 2 Vliv silové přípravy na svalovou hypertrofii*

Je obecně známo že silový trénink má u předpubertálních dětí vliv na rozvoj svalové síly ale s minimální přítomností svalové hypertrofie. Ve dvou studiích, které odhadovaly nárůst svalové plochy v oblasti paže u dětí v rozpětí devíti až jedenácti let byl zaznamenán malý ale signifikantní nárůst u starších trénujících dětí. U malých dětí studie naznačovaly pouze velmi malý absolutní nárůst (Fukunaga a kol 1992, Blimkie a kol 1989 in Rowland 2004). Nárůst velkého svalového objemu je totiž možný až po výrazných hormonálních změnách, tedy výrazně zvýšené tvorby mužského pohlavního hormonu testosteronu. Ta se zvyšuje paralelně s vývojem pohlavních orgánů a to právě v období růstové akcelerace během puberty (Bailey, Malina, and Mirwald 1985 in Faigenbaum, Westcott 2000) viz obr. 2. Dalším důvodem proč nedochází ke svalové hypertrofii je fakt, že trénink u dětí nemůže být dostatečně intenzivní a dlouhý. Je prokázáno že nárůsty svalové síly vlivem silového tréninku trvajících do šesti týdnů jsou v základě přisuzovány pouze nervosvalovým faktorům a ne tedy svalové hypertrofii. Znamená to, že zpočátku rozvoj silových schopností se uplatňuje spíše nervová adaptace. Silový trénink tedy v tomto období vede spíše ke schopnosti centrálního nervového systému aktivovat či stimulovat svaly ke kontrakci (Bompa 1993, Sale 1986 in Faigenbaum, Westcott 2000). Vidíme to především ve schopnosti silově připravených dětí provádět pohybové dovednosti efektivně s využitím síly a rychlosti. Z toho vyplývá, že na základě silového tréninku se svaly učí spolupracovat a dochází

tak k nácviku synchronizace svalové akce a řetězové kontrakce svalů. Výsledkem nárůstu síly je pak tedy schopnost řídit pohyb. Na základě faktu, že rozvoj svalové hypertrofie není možný dosáhnout silovým tréninkem v období prepubescence, je důležité, aby trenéři a cvičitelé působící v dětském sportovním tréninku upozorňovali mladé sportovce na tento fakt a aby je odrazovali od zaměření silového tréninku na rozvoj mohutnosti svalstva, tedy výraznou svalovou hypertrofii. Pro chlapce v tomto věku je často důležité, aby vypadali mohutně a byli silní. A právě tento sociální faktor může vést prepubescenty k nesprávnému přístupu k silovému tréninku.

## II. 4 Didaktika stimulace silových schopností dětí

### II. 4. 1 *Možnosti stimulace svalového napětí*

Abychom vyvolali přizpůsobovací reakci, která se projeví ve strukturálních a funkčních změnách nervosvalového systému musíme v organismu opakovaně navozovat vysoké svalové napětí (Perič 2005, Dovalil a kol. 2002). Svalové napětí v rámci silového tréninku můžeme stimulovat břemenem, kinetickou energií, volným úsilím či elektrickým proudem (Dovalil a kol. 2002, Periče2005). Základním úkolem silového tréninku je vyvolat vysoké napětí u zatěžovaného svalu. Pokud se vynechá stimulace elektrickým proudem, pak napětí ve svalu je zajišťováno tzv. metodotvornými činiteli. Při posilování využíváme různá cvičení, v nichž se stimulační efekt zakládá na kombinaci velikosti odporu, rychlosti pohybu a jeho trvání, tedy počtu opakování. Ty jsou spolu s dobou a charakterem odpočinku mezi cvičeními a jejich sériemi hlavními metodotvornými činiteli posilování. Jejich konkrétní hodnoty charakterizují a diferencují používané metody posilování. Změny velikosti odporu, rychlosti pohybu a počtu opakování podstatně mění účinek posilování. Manipulace s uvedenými parametry se stává základem pro rozvoj jednotlivých silových schopností (Perič 2005).

### II. 4. 2 *Metodotvorní činitelé*

#### **Velikost odporu**

Velikost odporu je základní charakteristikou ze které vycházejí ostatní metodotvorné komponenty. Jako odporu při posilovacích cvičeních v tréninku můžeme využít hmotnost použitého břemene (například hmotnost plného míče, pytle s pískem, činky či závaží na stroji, váhy partnera), kinetickou energii použitého břemene (např. zachycení letícího medicimbalu, nebo zadržení vlastního těla při dopadu atd.), reakci pevné opory (užívá se při statické kontrakci, např. tlačení proti zdi), odpor vnějšího prostředí (běh v písku, ve vodě či do kopce atd.), sílu partnera (přetlačování, zápasení, úpolové hry apod.), gravitaci (ubrzďování padajícího břemene) či mechanismus trenažéru (užívá se

speciálních trenažerů založených na jiném principu než je zdvihání zátěže). Velmi dobrou možnost manipulace s velikostí odporu poskytují zařízení trenažerového typu, odpor se vyjadřuje pomocí různých fyzikálních veličin (Dovalil a kol. 2002).

### ***Hmotnost břemene***

Nezbytným požadavkem racionální praxe silového tréninku jsou dostatečné informace o velikosti aplikovaného odporu. Ty lze naplnit především u hmotnosti břemene. Často se ke stanovení odporu využívá individuálně nejvyšší možná hmotnost břemene, s níž je jedinec schopný jednotlivá cvičení provést. Je třeba tedy toto maximum zjistit a od něho pak odvodit odpovídající procentní hodnoty nižší (90%, 80% a atd.). Další používanou variantou je tzv. opakovací maximum. Opakovací maximum znamená nejvyšší možný počet opakování cvičení s odpovídající hmotností břemene.  $OM=1$  je hmotnost břemene rovna 100 % maxima. Hodnota  $OM$  nám tedy určuje, jaký je maximální počet cviků, které jsme schopni bez přestávky a v plném rozsahu provést. Větší opakovací maximum znamená menší hmotnost a opačně (Dovalil a kol. 2002).

### ***Kinetická energie břemene***

Pokud se jako odporu využívá kinetická energie břemene či vlastního těla, stává se regulačním parametrem pro velikost odporu nejen příslušná hmotnost, ale také výška pádu, seskoku. Brzdivá kontrakce pádu břemena vede k vytvoření svalového napětí, které se využívá v izotonické kontrakci při aktivním silovém pohybu (Dovalil a kol. 2002).

### ***Reakce opory***

Reakce opory představuje konstantní a z hlediska velikosti maximální odpor.

### **Rychlost pohybu**

Je informačním parametrem o kontrakci svalového úsilí v čase. Přichází v úvahu zvláště v metodách posilování, v nichž je žádoucí vyvíjet vysokou až maximální úroveň



rychlosti a nebo dosahovat co nejvyšší akcelerace. Rychlost pohybu se při nemaximální velikosti odporu výrazně promítá do pracovního režimu svalu. Vysoká až maximální rychlost překonávání daného odporu vyvolává ve svalu režim vysokého napětí. Při takto vysoké rychlosti pohybu je nutná kontrola pohybového průběhu cvičení. Z tohoto důvodu jsou vhodné speciální trenažéry. Vysoké odpory neumožňují ani vysokou rychlost provedení ani velký počet opakování (Dovalil a kol. 2002).

### **Počet opakování, interval a charakter odpočinku**

Při vysokém počtu opakování se předpokládá práce s nemaximálními odpory. Poslední pokusy probíhají v podmínkách blízkých maximálnímu svalovému napětí. Odpor, rychlost a opakování tvoří při stimulaci silových schopností vnitřně propojený celek. Změny těchto komponent ovlivňují účinek posilování a vědomá manipulace s nimi se stává nástrojem stimulace jednotlivých silových schopností (Dovalil a kol.2002).

### ***Interval odpočinku***

Rozumí se jím doba odpočinku mezi jednotlivými silovými podněty, vychází většinou z dynamiky kreatinfosfátu jako hlavního energetického zdroje několikasekundových cvičení silového charakteru. Přihlíží se i k nervovým procesům ve spojení s koncentrací volního úsilí. U stimulace vytrvalostní síly se vychází z metod vytrvalostního aerobního a anaerobního tréninku a zde se uplatňují delší i kratší intervaly odpočinku. Vhodnou součástí odpočinku je protahování činných svalů (Dovalil a kol. 2002.)

### ***Charakter odpočinku***

Pro charakter odpočinku platí určité zásady. Obecně rozeznáváme pasivní a aktivní charakter odpočinku. Lze stanovit například aktivní odpočinek mezi jednotlivými opakováními s lehkými protahovacími cviky, které jsou zaměřeny na posilované svalové partie (Pavliš 1995). Protahování činných svalů považuje za vhodnou součást

odpočinku i Dovalil a kol. (2002). Podle některých autorů však není vhodné mezi jednotlivé opakování zařazovat protahovací cvičení, neboť při nich dochází ke snižování svalového napětí (Pavliš 1995).

## II. 5 Zdravotní aspekty silové přípravy

### II. 5. 1 *Vliv silové přípravy na přirozený růst*

Je zřejmé, že vývoj intenzivně trénujících dětí se může v určitých ukazatelích lišit od normální dětské populace. Již tím, že trénink probíhá současně s růstem a vývojem, vzniká určitá riziková situace. Trénink představuje opakovaný pohybový stres, který může poškozovat některé vyvíjející se tkáně. Současně ale vyvolává adaptaci, která při správném dávkování vyústí ve vysoký stupeň odolnosti na tělesnou zátěž a zvýšenou schopnost odpovědi všech tělesných systémů, což lze označit jako trénovanost. Hranice mezi přetížením a adaptací jsou však velmi těsné a individuálně rozdílné. Existuje několik ústrojí a orgánů, kterým je nutné na začátku tréninku a ještě více v jeho průběhu věnovat zvýšenou pozornost. Patří mezi ně sledování celkového růstu a vývoje, dále vývoj oběhového a hybného systému i stavu výživy a imunity (Dovalil a kol. 2002, Perič 2004).

Konkrétně silový trénink dětí byl a je z hlediska bezpečnosti stále kontroverzním tématem. Stále se diskutuje o vhodnosti využívání zátěží při silovém tréninku, protože existují obavy z možného zranění nebo předčasného zastavení růstu. U dětského organismu probíhá růst kostí velmi intenzivně a existuje tedy obava, že by silová zátěž mohla tento růst nějakým způsobem narušit. Složitým vývojem prochází v době růstu i dětská páteř a struktury podílející se na jejím konečném stavu, takže nevhodná zátěž by stav tohoto významného segmentu těla mohla taktéž negativně ovlivnit. Argumenty proti silovému tréninku dětí byly dlouhou dobu nevyvratitelné, protože neproběhly žádné cílené výzkumy, které by přinesly důkazy o skutečném vlivu silové zátěže na dětský organismus. V sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století však byly realizovány kompletní výzkumy o vlivu silové zátěže na dětský organismus. Nad jejich výsledky se v srpnu 1985 sešli zástupci řady významných lékařských a tělovýchovných organizací<sup>5</sup>, aby je posoudili. Výstupem z této konference je konstatování, že posilování

---

<sup>5</sup> The American Orthopaedic Society for Sport Medicine, The American college of sports Medicine, The National Athletic Trainers Association, The national Strength and Conditioning Association, The

je pro děti vhodnou a potřebnou pohybovou aktivitou, která optimalizuje jejich tělesný vývoj, snižuje riziko zranění při sportu, urychluje proces uzdravování z případných již vzniklých zranění nebo poškození pohybového systému a přispívá k zvýšení nejen anaerobní ale i aerobní zdatnosti a výkonnosti (Kalouch 2007). Někteří odborníci uvádějí, že samozřejmě existuje potenciální riziko poranění v oblastech jako jsou klouby, šlachy či vazy při silovém tréninku. Komi (1992) pak konkrétně uvádí, že velmi citlivá k možnému poškození a poranění jsou právě oblasti osifikace kostí. Měli bychom se proto vyhnout nadměrným zátěžím, jednostrannému svalovému zatížení a špatné technice cvičení, tak abychom minimalizovali riziko přetížení a tím možného poškození epifýz dlouhých kostí, vazů a šlach (Komi 1992, Čelíkovský a kol. 1979, Perič 2004, Kraemer and Fleck 1993). Americká akademie pediatriů však konstatuje, že nebyl prokázán nepříznivý vliv silového tréninku na přirozený růst jedince ani škodlivý vliv na kardiovaskulární zdraví dítěte (American Academy of Pediatrics 2001). Podle rozboru řady dlouhodobých sledování dochází ke stejnému závěru i Malina (1998) tedy, že ani intenzivní trénink nemůže ovlivnit dosaženou konečnou výšku ani vývoj postavy. Nenašel totiž rozdíl v konečné výšce mezi trénujícími a netrénujícími dětmi. Je třeba ale také říci, že úplná jednota v tomto směru neexistuje. Pořád ještě existují názory opačné, že vlivem silového tréninku dochází k vzestupu intensity produkce růstových a pohlavních hormonů, které sekundárně způsobují předčasnou osifikaci kostí a tím zástavu růstu dříve než k ní dojde v souvislosti z biologickým vývojem. Tyto názory jsou ale jak jsem uvedl podle mnoha autorů neopodstatněné (American Academy of Pediatrics 2001, Malina 1998, Kalouch 2006).

---

President's Council on Physical Fitness and Sports, The Society of Pediatrics Orthopaedics, The U.S. Olympic Committee.

## II. 5.2 Vliv silové přípravy na šlachy a vazy

Riziko poranění kloubů, šlach či vazů při silovém tréninku není vyloučené ale minimalizuje ho použití správné techniky cvičení, nad kterou by měl dohlížet erudovaný trenér či instruktor. Podle Komiho (1992) bychom se měli vyvarovat nadměrným zátěžím, jednostrannému svalovému zatížení a špatné technice cvičení, tak abychom minimalizovali riziko přetížení, v jehož důsledku by po té mohlo dojít právě ke zmíněným poraněním. Na druhé straně, mimo to, že existuje riziko poranění kloubů, šlach či vazů, je prokázán zřetelný pozitivní dopad adekvátně prováděného silového tréninku právě na pojivovou tkáň. Šlachy i vazy jsou totiž podle Kraemera a Flecka (1993, 2004) trénovatelné, vyplývá to z jejich zvětšení (nárůst velikosti příčného průřezu) a zvýšení jejich schopnosti lépe odolávat tenzi a natržení. Ve studiích na toto téma byl prokázán nárůst celkového obsahu kolagenu vlivem silového tréninku a tento nárůst se projevoval i v nárůstu síly svalového pouzdra (MacDougall 1984 in Komi 1992). Na základě všech dostupných dat je tedy pravděpodobné, že fyzický trénink, speciálně silový trénink, může měnit vlastnosti šlach a vazů tak, že jsou větší, silnější a více odolné proti zranění (Komi 1992, Kremer a Flack 2004). Je třeba ale počítat s tím, že existuje i riziko poranění samotných svalů. Násilné přetěžování svalů vede podle Komiho (1992) k jejich značnému strukturálnímu poškození. Pozornost je dle něj třeba také věnovat kloubně svalovým disbalancím, na základě nichž může vznikat například osteochondróza.

## II. 5.3 *Vliv silové přípravy na minerální hustotu kostní hmoty*

Několik studií prokazuje pozitivní vztah mezi fyzickou aktivitou a minerální hustotou kostní hmoty. Jaký typ fyzické aktivity na ní má největší vliv není podle Grimstona a kol. (1993) zcela jasné, ačkoli data ukazují, že silová cvičení by mohla podporovat kostní aparát v tomto smyslu. Role silových cvičení v podpoře minerální hustoty kostní hmoty zřejmě souvisí s vyvíjením zřejmého mechanického tlaku na

skeletální systém. Adaptace na mechanický tlak na kostní systém, vyvíjený silovým cvičením se po té projevuje ve zvýšené mineralizaci kostní hmoty. Fukunga a kol. (1992) prokazuje, že silová cvičení vedla k nárůstu hustoty kostní hmoty u dětí. Měřil ji ultrazvukem. Nilsson, Westlin zkoumali hustotu kostní hmoty dolních končetin u rozdílných skupin atletů, které zahrnovali mezinárodní atlety na devíti různých úrovních. Ukázalo se, že ti nejlepší, špičkový atleti měli nejvyšší hustotu kostní hmoty oproti těm méně trénujícím. Dodatečně vyšlo najevo i to, že největší hustotu kostní hmoty mají sportovci, kteří dělají takový sport ve kterém se opakují vysoce silově náročné pohyby, jako je vzpírání, hod diskem , koulí atd., na rozdíl od běžců či fotbalistů, kteří měli hustotu nižší. Zcela nejnižší byla v experimentu zaznamenána u plavců (Nilsson, Westlin 1971 in Comi 1992). Conroy ukázal rozdíl mezi elitními juniorskými vzpěrači(17,4 let) a referenčními údaji o hustotě kostní hmoty u skupiny běžné populace 20-39 let byl o 113% vyšší v oblasti L2 - L4 a o 134% vyšší v oblasti krčku stehenní kosti ve prospěch juniorských vzpěračů. Významný vztah byl nalezen mezi hustotou minerálního obsahu kostní hmoty v páteři, krčku stehenní kosti, trochanteru stehenní kosti a maximálních vzpěračských schopnostech, tedy v trhu a nadhozu (Conroy 1990 in Comi 1992). V dalším experimentu bylo prokázáno, že resistantní trénink u mužů od 19-50 let způsobil nárůst hustoty obsahu minerálních látek v různých částech kostry takto (Colletti a kol. 1989 in Comi 1992):

( $\text{g} \times \text{cm}^{-2}$ )

- ❖ Oblast bederní páteře -1.35 vs. 1.22
- ❖ Trochanter – 0.99 vs. 0.69
- ❖ Krček stehenní kosti – 1.18 vs. 1.02
- ❖ Pouze v oblasti střední části kosti vřetení nárůst prokázán nebyl – 0.77 vs. 0.77.

Comi (1992) závěrem konstatuje, že silový trénink, především ten který je zaměřen na velké svalové skupiny, které ovládají nosné klouby může značně pozitivně měnit hustotu kostní hmoty a její minerální obsah.

## ***II. 5. 4 Silová příprava a svalové dysbalance***

V podstatě již od počátku školního věku se u nesportujících dětí se v mnoha případech objevuje svalová nerovnováha, která je nejčastějším důvodem vadného držení těla, poruch páteře a špatných pohybových stereotypů a to především z důvodu nedostatku pohybu (sezení ve škole a doma u počítačů) a nesprávného zatěžování pohybového aparátu. Tyto dysbalance mohou být také způsobeny nevhodným nošením školních tašek. Svaly fázické pak mají tendenci k ochabování (hypotonii) a naopak svaly tonické mají tendenci ke zkrácení (hypertonii).

U mladých sportovců naopak dochází k svalovým disbalancím většinou z důvodu rané specializace. Dochází k jednostrannému zatěžování až přetěžování těch svalových skupin, které se největší měrou podílejí na realizaci samotného výkonu v dané disciplíně. Jedním z cílů silové přípravy dětí je právě odstranění zmíněných svalových nerovnováh. Z toho důvodu bychom měli usilovat při stimulaci silových schopností o souměrnost svalového rozvoje.

### ***III. Koncept silové přípravy dětí***

#### **III. 1 Přínos a efektivita silové přípravy**

##### **Přínos silové přípravy**

Silový trénink nepomáhá pouze v prevenci zranění, ale také zajišťuje silový základ pro pozdější etapy specializovaného a vrcholového sportovního tréninku. Mladý sportovec který absolvuje silový trénink se pak pravděpodobně lépe vyrovnává s nadměrnou zátěží jak tréninkovou tak soutěžní.

Podle Křištofiče (2006) lze přínos posilování u dětí vyjádřit v následujících bodech:

1. Zvýšení svalové síly.
2. Zvýšení reaktivity a dynamiky pohybu.
3. Zvýšení svalové vytrvalosti a tím i odolnosti proti úrazům.
4. Zpevnění tělesného jádra s pozitivním účinkem na držení těla.
5. Vyrovnání napětí svalů kolem kloubu a tím zvýšení kloubní stability.

##### **Efektivita silové přípravy**

Téma efektivity a přínosu silové přípravy dětí je jedním z nejdiskutovanějších témat posledních let mezi vědci, trenéry, kouči, mladými sportovci a jejich rodiči. Nárůst svalové síly vlivem silové přípravy během dětského vývoje je evidentní a byl pozorován u všech dětských věkových kategorií zahrnující prepubescenty (Rians a kol. 1987, Blinkie a kol. 1989, Ramsay a kol. 1990, Faigenbaum a kol. 1993), pubescenty a postpubescenty (Pfeiffer and Francis, 1986). Faigenbaum, Westcott (2000) prokazují, že vlivem silové přípravy dochází k přírůstkům síly jak chlapců tak i u dívek. Závěr meta analýzy 28 studií zabývajících se efektivitou silového tréninku dětí Falk a Tenenbaum (1996) byl takový, že silový trénink může být efektivní i v období prepubescence. Ve dvacetipěti studiích z dvacetiosmi byl jasně nalezen významný rozvoj síly po absolvování silového tréninku. Pfeiffer a Francis (1986) uváděli efekt devíti týdenního isotonického silového tréninku ve skupině předpubertálních dětí,



pubertálních a postpubertálních. Ve skupině předpubertálních dětí se ukázal velký procentuální nárůst v jedenácti z šestnácti sledovaných ukazatelů v porovnání s pubertálními a postpubertálními jedinci. Studie Weltmana a kol. (1986) se týkala efektu využití koncentrické hydraulické zátěže. Trénink trval přes čtrnáct týdnů, bylo využito izokinetické metody a byl zaměřen na flexi a extenzi v loketním a kolenním kloubu. Závěr zněl, že se jasně prokázal významný nárůst svalové síly při využití cvičení v plném rozsahu pohybu. Výzkum který provedli Faigenbaum a Westcott (2000) se čtrnáctiletými dětmi ukázal, že chlapci a dívky, kteří podstoupili silový trénink vykázali nárůst svalové síly 46% v porovnání jen s 6% u jedinců, kteří silový trénink neabsolvovali. V této studii potvrdili autoři dokonce i nárůst svalové hmoty. Během prvních dvou měsíců tréninková skupina přibrala 1,8 kg čisté svalové hmoty, zatímco skupina netrénujících přibrala pouze 0,9 kg. Navíc skupina cvičících odbourala tělesný tuk na rozdíl od necvičících, kteří jej dokonce přibrali. V další studii Nielsen a kol. (1980) rozdělili dívky od sedmi do devatenácti let do třech skupin podle výšky a každá skupina prováděla jinou formu cvičení. První skupina cvičila izometrickou metodou, druhá skupina běhala a třetí prováděla vertikální výskoky. Pouze ta skupina, která prováděla izometrickou kontrakci prokázala také signifikantní nárůst statické síly. A pouze skupina která prováděla výskoky prokázala nárůst výkonnosti ve vertikálním výskoku. Tady závěr naznačoval, že při rozvoji síly musíme brát na zřetel specifčnost daného silového zatížení, tedy že rozvoj určitého druhu síly si žádá využití také specifické silové metody a prostředků. I další studie Rians a kol. (1987), Duda (1986), Faigenbaum (1993), Blimkie (1992), Ozmun a kol. (1993), Metcalf a Roberts (1993), Tanner (1995), Blimkie (1992) potvrdily hypotézu, že silový trénink u dětí může být efektivní. V tabulce 2. uvádím přehled studií, které potvrzují tyto závěry.

| Studie                       | Testované subjekty | Pohlaví         | Tréninkový program |                     | Nárůst sfly |
|------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------|
|                              |                    |                 | Typ                | Doba trvání (týdny) |             |
| <i>Blimkie a kol.</i>        | 9 – 11 let         | Chlapci         | Izotonický         | 10                  | ano         |
| <i>Ramsay a kol.</i>         | 9 – 11 let         | Chlapci         | Izotonický         | 20                  | ano         |
| <i>Fukunaga a kol.</i>       | 9. 2 let           | Chlapci & dívky | Izometrický        | 12                  | ano         |
| <i>Sewall &amp; Micheli</i>  | 10 – 11 let        | Chlapci & dívky | Izotonický &       | 9                   | ano         |
| <i>Pfeifer &amp; Francis</i> | 10. 3 let          | Chlapci         | Izotonický         | 9                   | ano         |
| <i>Rians a kol.</i>          | 8. 3 let           | Chlapci         | Izotonický         | 14                  | ano         |
| <i>Weltman a kol.</i>        | 8. 2 let           | Chlapci         | Koncentrický       | 14                  | ano         |

Tab. 2 Přehled studií na téma efektivita silového tréninku dětí (Armstrong 1997)

Dále existují data ukazující na pozitivní efekt krátkodobého silového tréninku využívajícího posilovacích strojů na rozvoj svalových funkcí. Efekt silových cvičení využívajících dalších forem zátěže, jako jsou například přirozená cvičení využívající váhu vlastního těla je méně zřetelný, ale jejich přínos byl prokázán u předpubertálních dětí (Falk a Mor 1996) a dětí ve věku deset až třináct let (Siegal a kol. 1989). Posilování s využitím klasických volných činek v podstatě nebylo zkoumáno z důvodu ochrany bezpečnosti dětí. Servedio a kol. (1985) popisovali v tomto smyslu signifikantní zlepšení v silovém výkonu u předpubertálních dětí. Jako nejefektivnější tréninkový program pro rozvoj síly se podle studií jeví osmitýdenní trénink nebo delší, zahrnující

tři série cvičení se šesti až patnácti opakováními v intenzitě mezi 50 – 100% maxima. Vlivem silového tréninku tedy svalová síla narůstá. Porovnání dětí ve třech stádiích růstu a rozvoje (prepubescence, pubescence a postpubescence) ukazuje, že největší silové přírůstky měly děti v postpubertálním období. A to dvakrát až třikrát větší než prepubescenti a téměř dvakrát větší než pubescenti. Když porovnáme absolutní a relativní přírůstky síly, ta u předpubertálních dětí je absolutní nárůst malý, ale relativní nárůst síly je stejný jako u dětí v pubertě či postpubertě. U postpubertální mládeže se odrazil silový trénink v nárůstu svalové síly, tak nárůstu svalové hmoty (hypertrofii). Stejně tak dobře byla ovlivněna, nitrosvalová koordinace, nervosvalová adaptace či mimosvalové faktory. Ačkoli nárůst svalové síly je zjevný i u prepubescentů u nich není tento nárůst doprovázen svalovou hypertrofií. Mechanismus svalového rozvoje u prepubescentů a pubescentů bude ještě jistě předmětem dalšího zkoumání, ale je pravděpodobné, že více se na svalové rozvoji u dětí podílí nervosvalová adaptace než fyziologická adaptace mezi níž patří svalová hypertrofie (Weltman a kol. 1986, Ramsay a kol. 1990, Ozmun a kol. 1994). Svalový trénink u této skupiny vede spíše než ke svalové hypertrofii, ke schopnosti centrálního nervového systému aktivovat či stimulovat svaly ke kontrakci (Bompa 1999, 2000, Sale 1986). Vidíme to především ve schopnosti silově připravených dětí provádět pohybové dovednosti efektivně s využitím síly a výbušnosti. Vyplývá z toho, že se většina svalů se učí spolupracovat na základě silového tréninku, kdy dochází k nácviku synchronizace svalové akce a řetězové kontrakce svalů. Výsledkem nárůstu síly je schopnost řídit pohyb.

### **III. 2 Cíle silové přípravy**

Základní cíle silové přípravy dětí vycházejí ze samotných účinků a přínosů silového cvičení na dětský organismus:

1. Prvním cílem je zvýšení svalové síly. Je třeba, aby síla byla silou aktivní, která bude využitelná v reálných podmínkách života či v rámci nějaké sportovní aktivity nebo přímo sportovní specializace. Rozvoj takové funkční síly lze vnímat jako rozvoj silové obratnosti (učit se pohybům prostřednictvím řízených

svalových smyček). Svalová síla by měla dětem umožnit schopnost unést vlastní tělo a provádět cílené pohyby těla a jeho segmentů v prostoru.

2. Zvýšit reaktivitu a dynamiku pohybu
3. Zvýšit svalovou vytrvalost, to jest rozvíjet způsobilost vícenásobného opakování dané dovednosti v patřičné kvalitě. Rozvoj silové vytrvalosti zajišťuje pak následně efektivitu cvičení, pohybu v průběhu celého tréninku či zápasu bez rizika zranění z důvodu únavy a zvyšuje také odolnost proti úrazům.
4. Zpevnit tělesné jádro a tak pozitivně ovlivnit správné držení těla
5. Vyrovnat napětí svalů kolem kloubů a tím zvýšit kloubní stabilitu a tím opět přispět k prevenci zranění, speciálně v ledním hokeji.
6. Rozvíjet schopnost zapojit současně maximální počet vláken příslušného svalu (vnitrosvalová koordinace) v různých režimech (výdrž, dynamický pohyb) a rozvíjíme i funkční způsobilost svalů (mezisvalovou koordinaci – naučit svaly zapojovat se ve svalových smyčkách v konkrétních časových a proporčních souvislostech).

### **III. 3 Diskuze na téma prostředky silové přípravy dětí**

#### **Vhodnost využití volných zátěží a posilovacích strojů v silové přípravě dětí**

V odborné veřejnosti se často diskutuje o otázce, zda je vhodné v silové přípravě dětí využívat jako prostředků silového tréninku volných zátěží (činky, kotouče aj.) či posilovacích strojů. V některých případech se v literatuře setkáváme se speciálním názvem takového silového tréninku dětí. Je jím tzv. **rezistenční trénink** (Faigenbaum, Westcott 2000). Podstatou rezistenčního tréninku je podle Faigenbauma a Westcotta (2000) využívání závaží (jednoručních činek, samotných kotoučů z velkých

nakládacích činek) či speciálně designovaných strojů ke stimulaci svalového napětí, u strojů specificky na jednotlivé svalové skupiny.

Právě využívání zmíněných prostředků v silovém tréninku dětí bylo historicky považováno za nevhodné pro děti v předpubertálním věku. Důvod, který uváděla většina autorů byl, že není třeba využívat těchto potenciálně rizikových prostředků (riziko nadměrné zátěže) silového tréninku u dětí, protože silový rozvoj je stejně ještě málo efektivní z důvodu nízké cirkulace androgenních hormonů, tedy především testosteronu a růstového hormonu, které jsou považovány za základní determinanty možného silového rozvoje. S využitím těchto prostředků zároveň spojovali zdravotní rizika (vliv na přirozený růst, předčasné uzavření růstových plotýnek) a rizika možného zranění oblasti šlach, vazů a kostí. (nedokončená osifikace kostí, nedokončený vývoj šlach a vazů). Na otázky vlivu silové přípravy na přirozený vývoj, růst a na oblast pojivového systému jsem již odpověděl v předchozích kapitolách. Zde je třeba říci, že zásadní v tomto smyslu není jakých prostředků silové přípravy využijeme, ale jak velkou zátěží silové schopnosti stimulujeme. Experimenty s využitím volných zátěží (v tomto případě velká činka, jednoručky, kotouče) v rámci posilování dětí byly prováděny již v bývalém Sovětském svazu (Kirijenko 1986 in Dovalil a kol. 2002). Bylo zjištěno, že cvičení, kde děti posilovaly s činkami nebylo na škodu jejich zdraví, pokud byly dodrženy zásady postupného zvyšování zatížení, s přísným stanovením možností a individuálních zvláštností chlapců. Většina cvičení byla prováděna v lehu či visu z důvodu nízkého zatížení páteře v těchto polohách.

Pro rozvoj velkých svalových skupin (svaly trupu, svaly končetin) byla zátěž stanovena s ohledem na věk takto (Dovalil a kol. 2002):

- 10-11 let 30% těl. hmotnosti
- 11-12 let 50% těl. hmotnosti
- 12-13 let 55% těl. hmotnosti
- 13-15 let až 60% maximální velikosti odporu

Podle mnoha autorů byl již konzervativní přístup k této formě silového tréninku u dětí pozmeněn. Podle nich je silový trénink využívající zmíněných prostředků doporučován jako bezpečný a efektivní prostředek rozvoje síly u dětí a adolescentů a to za předpokladu, že je prováděn pod dohledem instruktora, s využitím správné techniky cvičení a za dodržení veškerých bezpečnostních opatření (American Academy of Pediatrics 2001). Samozřejmě existují i opačné názory jak jsem již uvedl, ale je jich dnes již podstatně méně.

Názor, že by chlapci a dívky především ve věku zhruba do deseti let měli k silovému cvičení raději využívat váhu vlastního těla je všeobecně znám. Někteří autoři však uvádí racionální důvod proto, že využívání malých činek či posilovacích strojů může být výhodné i v této věkové kategorii. Podle nich většina chlapců ve věku sedmi až devíti let nedisponuje takovou tělesnou silou, aby mohli provádět standardní silová cvičení prováděná vlastní vahou jako jsou kliky, shyby, spory, sed lehy atd. Z tohoto důvodu se považuje za vhodnější využívat speciálně upravené stroje či volné činky (jednoručky), které nám ještě navíc umožňují nastavit zátěž pro každého jedince individuálně, dle jeho silových schopností, což je velmi žádoucí. Uvádějí příklad osmiletého chlapce, který je schopen udělat jeden správně provedený klik, ale se dvoukilovými činkami je schopen udělat patnáct opakování bench-pressu. Ačkoli jsou oba druhy cvičení zaměřeny na stejné svalové skupiny (velký prsní sval, přední deltový sval a tricepsy), tak využití volných zátěží považují někteří autoři za bezpečnější a účinnější než trápení při realizaci kliku. Děti v tomto věku většinou klik z důvodu malé síly provádějí technicky špatně a tím pádem si spíše mohou ublížit než adekvátně posílit dané svalstvo (Faigenbaum, Westcott 2000). Co se týká posilovacích strojů, tak Faigenbaum a Westcott (2000) uvádějí, že posilovací stroje by měly být speciálně přizpůsobené pro děti a to především z hlediska velikosti a možnosti nastavení zátěže. Pokud tyto posilovací stroje k dispozici nemáme, můžeme pak ke cvičení úspěšně i bezpečně využívat právě mnoho variant silových cvičení s použitím volných zátěží. Pro takové cvičení Faigenbaum a Westcott (2000) preferují malé činky jednoručky od velké volné činky a to ze dvou důvodů. Za prvé, při tréninku s malými jednoručkami eliminujeme riziko, že cvičenec zůstane zaklíněn pod činkou z důvodu vysílení například při bench-pressu s velkou činkou či při dřepu s velkou činkou. Cvičení dřepů

s velkou činkou není obecně u dětí do patnácti let doporučováno, využívá se spíše pouze tyč k nácviku správné techniky cvičení. (z hlediska bezpečnosti cvičení je však důležitá opět především velikost zátěže nikoli zvolený prostředek). Za druhé, malé činky se dětem této věkové skupiny lépe drží a mají je pod kontrolou z čehož vyplývá větší bezpečnost takového cvičení.

### **Nevhodnost posilování dětí na strojích**

Opačný názor o nevhodnosti využívání především posilovacích strojů k rozvoji silových schopností u dětí vyjadřuje Křištofič (2006). Vychází z obecně daného předpokladu, že dítě by mělo nejdříve podstoupit všeobecnou silovou přípravu a stimulace specifické síly by měla být až nadstavbou obecné silové připravenosti. Podle něho není vhodné posilovací stroje používat z těchto důvodů:

- ❖ Všeobecná pohybová příprava by měla zahrnovat pohyby v rovině sagitální (předo-zadní), v rovině frontální (úklony) i v rovině transverzální (rotace). A na posilovacích strojích převládají pohyby především v rovině sagitální.
- ❖ Posilování na strojích bývá úzce zaměřeno na vybrané svalové skupiny a způsob jejich zapojování bývá odlišný od reálných životních podmínek a proto transfer této způsobilosti do reálného prostředí nedosahuje vysokých hodnot (malá stimulace mezisvalové koordinace)
- ❖ Posilování na strojích se děje povětšinou v omezené škále směrů pohybu, čímž není zajištěna rovnoměrná distribuce svalového napětí kolem kloubu a nezvyšuje se významně kloubní stabilita, tuto způsobilost stimuluje podle Křištofiče (2006) více posilování gymnastického typu. U jiných autorů se v tomto smyslu setkáváme s terminologií posilování s vlastní vahou a přirozené posilování (Perič 2004, Dovalil a kol. 2002, Pavliš 2000).

### **III. 4 Doporučení pro posilování dětí**

Základní doporučení pro posilování dětí sestavili odborníci z řad významných lékařských a tělovýchovných organizací již v roce 1985 na zmíněném kongresu. Dnes se s jejich modifikacemi setkáme ve většině odborných publikací zaměřených na rozvoj silových schopností u dětí (Kolouch 2001, 2007, Rowland 1990, Blimkie 1989, Ganley a kol. 2000, Gareth a kol. 2002, Holly a kol. 2003, Parker 2003, Williams 1993).

#### **Podmínky bezpečného posilování prepubescentů**

- ❖ Účast na silovém tréninku je podmíněna předchozí lékařskou prohlídkou.
- ❖ Dítě musí být psychicky natolik vyspělé, že je schopné přijmout pokyny a vedení trenéra či instruktora.
- ❖ Trénink musí být řízen odborníkem, který má znalosti jak v oblasti posilování, tak v pedagogice a psychologii prepubescentů.
- ❖ Silový trénink má být součástí komplexního cvičebního programu, zajišťujícího rozvoj úrovně zdatnosti a pohybových dovedností.
- ❖ Vlastnímu silovému tréninku má předcházet přiměřené rozcvičení a program má být zakončen vhodným uklidněním po zátěži.
- ❖ Důraz by měl být kladen na koncentrické kontrakce (stimulaci dynamické síly).
- ❖ Všechny cviky mají být prováděny v plném rozsahu pohybu.
- ❖ Při silovém cvičení je přísně zakázáno jakékoli soutěžení.
- ❖ Při silovém tréninku jsou zakázány pokusy o maximální výkony.

#### **Struktura silového tréninku**

- ❖ Doporučuje se cvičení dvakrát či třikrát v týdnu po dobu dvaceti až třiceti minut.
- ❖ Cvičení se zátěží je povoleno až po demonstraci správného technického provedení cviku.
- ❖ Jednu sérii cviků má tvořit šest a až patnáct opakování, každý cvik má být proveden v jedné až třech sériích.



- ❖ Hmotnost zátěže může být zvýšena o půl až jeden a půl kilogramu poté, co cvičenec provede patnáct technicky správně provedených opakování se zvolenou zátěží.

### **Vybavení pro trénink s volnými zátěžemi a posilovacími stroji**

- ❖ Vybavení pro posilování dětí má být konstruováno tak, aby odpovídalo rozměrům těla dětí a jejich stupni vývoje.
- ❖ Přístroje mají být bezpečné, bez skrytých defektů a jejich stav má být pravidelně kontrolován.
- ❖ Posilovací zařízení má být umístěno ve volných prostorách, vhodně osvětlených a větraných.

### **Další doporučení**

U dětí by jsme se obecně měli vyvarovat cviků, které nadměrně zatěžují páteř kolmým tlakem z vrchu, jako jsou dřepy s činkou na zádech, veškeré tlaky s velkou činkou nad či za hlavou a to jak ve stoji tak v sedě. Při využití volných zátěží a posilovacích strojů v rámci silového tréninku by měly převažovat cviky, u nichž je páteř během cvičení dokonale stabilizována (cviky na vodorovných či šikmých lavičkách, v leže či ve visu).

## **III. 5 Metody, formy a prostředky silové přípravy dětí**

Rozvoj silových schopností u dětí bychom mohli rozdělit do tří základních věkových období, která se od sebe výrazně liší ve zvolených prostředcích a formách.

Věková období bychom mohli rozdělit přibližně následovně:

- ❖ Období 6 – 10 let
- ❖ Období 10 – 12 let
- ❖ Období 13 – 15 let

### **III. 5. 1      Období 6 – 10 let**

Rozvoj silových schopností v tomto období je determinován především stádiem vývoje svalové hmoty a kostí, které nejsou ještě připraveny na cílený silový rozvoj. Z hlediska tréninkových prostředků se v tomto věku jeví jako vhodné využívat rychlostních a obratnostních cvičení, která sama o sobě podporují nárůst síly. Měli bychom klást důraz na rozvoj mezisvalové koordinace, správné držení těla a funkci svalů tělesného jádra. Všestrannou přípravu lze pak také doplňovat vhodnými silovými cviky. Zaměřujeme se při tom především na velké svalové skupiny, kterými jsou svaly trupu (břišní a zádové) a svaly pletence ramenního a kyčelního. Je velmi důležité aby silový trénink v této věkové kategorii byl pro děti především zajímavý, aby je bavil. Mezi nejvhodnější prostředky pro tuto věkovou kategorii patří tzv. přirozené posilování. Děti při něm překonávají různé překážky a při tom musí vyvíjet přiměřené svalové úsilí.

#### **Přehled vhodných prostředků stimulace síly**

- ❖ Šplh – na tyči, na laně, na stromy
- ❖ Lezení – na žebřinách, na žebříku, v prolézačkách, na lanových dráhách
- ❖ Ručkování – na bradlech, na hrazdě
- ❖ Různé visy a jednoduché cviky – na hrazdě, na kruzích
- ❖ Cvičení v přírodě – přenášení a házení různých polen či větších kamenů atd.

#### ***Úpolová cvičení***

- ❖ Přetahování, přetlačování – kohoutí zápasy, psí zápasy
- ❖ Zápasení ve dvojicích v různých polohách – ve dřepu, v sedě, v kleče, ve stoji, v poskocích
- ❖ Různé formy úpolových her – ragby, atd.
- ❖ Drobné úpolové hry

Úpolové hry musí být prováděny za důsledné kontroly trenéra, tak aby se předešlo možným zraněním. Průběh hry neustále kontrolujeme, abychom mohli zasáhnout v případě kdyby některé s dětí nerespektovalo daná pravidla (bezpečnostní opatření). Dítě je v této situaci lepší ze hry odvolat a vysvětlit mu, proč se nevhodné činnosti nesmí používat.

### ***Cvičení s náradím či náčiním***

- ❖ Plné míče (1 kg) – kutálení, přenášení, odhazování
- ❖ Cvičení se švihadly – různé formy přeskoků (sounož, jednož, vajíčko, koníček, s meziskokem, bez meziskoku)
- ❖ Míče a míčky – odhody do dálky

### ***Cvičení na gymnastickém nářadí***

- ❖ Žebřiny, žebříky, kruhy, hrazda, bradla, koza, kůň na šíř, cvičení na plných míčích, na pěnových válcích.
- ❖ Pěnové válce jsou speciální gymnastická náčiní. Válce jsou vyrobeny z tvrdé polyetylenové pěny. Mají různé rozměry od několika desítek centimetrů až do 1,5 metru a průměrech 7 – 15 cm a jsou ve dvou provedeních a to jako celý či poloviční válec. Děti na nich mohou cvičit v různých polohách a podle zaměření mohou rozvíjet svaly celého těla. Dají se využít i na nácvik rovnováhy a zapojení posturálních svalů.

### ***Cvičení založená na odporu prostředí či partnera***

- ❖ Běhy do kopce, z kopce (formou hry), různé jiné hry v kopci
- ❖ Soutěže ve vodě, v hlubokém písku
- ❖ Překonávání odporu partnera (tažení, přetlačování apod.)

## **Diskuze a doporučení na téma volba prostředků stimulace síly v této věkové kategorii**

Jak již bylo řečeno, podle některých autorů, chlapci ve věku sedmi až devíti let nedisponují takovou tělesnou silou, aby mohli provádět standardní silová cvičení prováděná vlastní vahou jako jsou kliky, shyby, spory či sed lehy. Z tohoto důvodu může být výhodnější využívat speciálně upravené stroje či volné zátěže, které nám ještě navíc umožňují nastavit zátěž pro každého jedince individuálně. Posilovací stroje musí být přizpůsobeny velikosti dětí a musí se na nich dát nastavit adekvátní zátěž. Otázka nevhodnosti využití posilovacích strojů u dětí byla již probrána. Při silovém tréninku, ve kterém využíváme volné zátěže a posilovací stroje se jako výhodné jeví vřazovat mezi jednotlivá silová cvičení různé druhy fyzických aktivit jako například boxerské poskoky, skákání přes švihadlo, různé druhy her, cvičení na rozvoj agility (hbitost, pohyblivost, silová obratnost), silová cvičení na statickou a dynamickou rovnováhu. Využívání velkých míčů, obručí, kuželů, medicinbalů, balančních podložek, pěnových válců přispívá k větší přitažlivosti a zajímavosti daného silového programu. Aby byl silový trénink v této věkové kategorii efektivní a bezpečný je třeba dbát správné techniky prováděných cvičení. Výuka správné techniky cvičení tedy podle Faigenbauma a Westcotta (2000) patří již v této věkové kategorii mezi základní úkoly trenéra i když většina autorů se o ní zmiňuje jako o zásadním bodu silové přípravy až v další věkové kategorii (10 – 12 let). Souvisí to s faktem, že v této věkové kategorii ještě někteří autoři nezmiňují volné zátěže jako prostředek silové přípravy, narozdíl od Faigenbauma a Westcotta (2000). Podle nich trenér musí při každé tréninkové jednotce dohlížet na správné provedení cviků, popřípadě svěřence opravovat a korigovat jejich snažení. Trenér musí umět jasně a stručně vysvětlit techniku cvičení a dokázat excelentně cvičení předvést tak aby cvičenec snadno pochopil správnou techniku cvičení a dokázal ji pak sám při cvičení využívat. Dále je důležité, že díky tomu že cvičenci budou znát správnou techniku cvičení, mohou se navzájem kontrolovat ve skupině. S využitím správné techniky pak mohou dále zvyšovat úsilí v provádění cvičení, aniž by to mělo negativní vliv na bezpečnost cvičení. Dále je velmi důležité aby se děti na dané cvičení soustředily. Nikdy by se nemělo stát, že děti tohoto

věku dostanou povolení zvedat nějaká závaží bez dozoru trenéra. Zvláště důležité je dávat na to pozor, když děti chtějí cvičit doma. Důvěrně známé a bezpečné prostředí může svádět k menší pozornosti a soustředění na cvičení. To je z hlediska bezpečnosti cvičení nežádoucí. Na druhou stranu jen málo sportovních aktivit nabízí tak mnoho příležitostí pro spolupráci a vzájemnou výpomoc jako silový trénink v rodinném prostředí. Faigenbaum, Westcott (2000) hovoří i o využívání gumových expanderů při silovém cvičení této kategorie. Doporučují je až u starších jedinců, protože kontrola pohybu při cvičení s těmito pomůckami je obtížnější. Starší jedinci mají již vyšší úroveň koordinačních schopností a větší zkušenosti s prováděním silových cvičení a mohou tak takové cvičení bezpečně zvládnout. Pro úspěšné využití zmíněných prostředků silového tréninku v této věkové kategorii jsou základem dvě věci: Vhodné instrukce a dozor nad cvičením. Z předchozí teorie a z doporučení National Strength and Conditioning Association vyplývá, že posilování s volnými zátěžemi a na posilovacích strojích by mělo být nejefektivnější, pokud by děti ve věku sedmi až devíti let cvičily v jedné až třech sériích a počet opakování by se pohyboval od šesti do patnácti. Velikost zátěže by měla být nastavena tak, aby jedinec byl schopen absolvovat patnáct opakování. Pokud by byl schopen s danou zátěží udělat pouze šest opakování, považuje se již taková zátěž za velkou. Je prokázáno, že děti ve věku sedm až devět let lépe reagují na kratší tréninkové úseky a že větší přírůstek svalové síly byl prokázán při využití vyššího počtu opakování (13-15) v jedné sérii s přizpůsobenou zátěží. Pro efektivní rozvoj síly většiny velkých svalových skupin je vhodné využívání šesti až deseti rozlišných cvičení dva až tři dny v týdnu. U některých z těchto cvičení jako je leg press nebo bench-press pracuje několik svalových skupin současně a u dalších cvičení, kdy dochází například k abdukci či addukci kyčle se zapojují cíleně další specifické svalové skupiny. Děti v této věkové skupině by měly využívat kombinaci jak cvičení které zatěžují více svalových skupin najednou, tak cvičení zaměřených na jednu svalovou skupinu, aby tak zajistily komplexní silový rozvoj (Faigenbaum, Westcott 2000). Důležité je, aby děti prováděly všechna cvičení technicky správně v plném rozsahu pohybu a aby kontrolovaly rychlost provádění opakování. Cvičení musí být samozřejmě vhodně volena vzhledem k věku dětí. Na závěr je třeba zopakovat, že všechna cvičení v rámci silového tréninku dětí by měla mít vždy hravou formu, měla by být přiměřená věku a dovednostem dětí. Cvičení

by měla být pestrá a měli bychom se snažit obměňovat použité prostředky. Cvičení by měla mít většinou krátkodobý charakter. Podstatou silových cvičení v tomto věku není nárůst svalové hmoty, který dle předchozí teorie není ani možný, ale především upevnění přirozeného vývoje kostry a svalů (Perič 2004, Krištofič 2006, Faigenbaum, Westcott 2000).

### **Zpevňovací příprava a kompenzace**

V rámci zpevňovací přípravy je třeba se zaměřit na posilování posturálních svalů podílejících se na správném držení těla. Správné držení těla má mimo jiné vliv na polohu vnitřních orgánů a ovlivňuje tak i jejich funkci. Takže například hyperkyfotické držení těla (kulatá záda) neumožňuje využívat celou kapacitu plic. Jednou z vhodných forem posilování v rámci zpevňovací přípravy je tzv. **Core strenght training** (posilování svalů tělesného jádra).

### **Core strenght training**

Core strenght training je jedna z podob kondičního silového tréninku, která je vhodnou součástí silové přípravy v dětském věku a to napříč věkovými kategoriemi. To znamená, že je vhodný i pro další věkové kategorie zmíněné v tomto textu. Stabilita tělesného jádra je předpokladem efektivní kontroly pohybu a zároveň účinným prostředkem prevence zranění. Core strenght training respektuje zásadu nezobtěžňovat pohybový úkol zvýšením zátěže přidáním váhy na čince, ale především zvyšováním koordinační náročnosti což je ideální pro silový rozvoj dětí. Existují zásady ze kterých core training vychází (Krištofič 2006):

- ❖ Svaly tělesného jádra zde nejsou děleny na tonické a fyzické, ale podle toho jakou měrou se podílejí na stabilizaci oblasti svalového korzetu.
- ❖ Tělesné jádro je převodový stupeň, který spojuje segmenty dolních a horních končetin, každý pohyb tak prochází celým tělem
- ❖ Velký důraz je kladen u břišního svalstva na příčné břišní svalstvo ( m. transversus abdominis) a u zádového svalstva na multifidy (drobné hluboko

uložené svaly mezi obratli), tedy svaly jejichž význam byl v minulosti podceňován.

- ❖ Stabilita této oblasti je důležitá pro distribuci silového působení z velkých svalových skupin na menší, dynamické pohyby vycházejí ze zajištěného stabilního jádra.
- ❖ Tělesné jádro „vstupuje do hry“ při všech pohybech a jeho stabilita umožňuje více se soustředit na periferní pohyby, vykonávat účelné pohyby končetin s menším svalovým nasazením.
- ❖ Zpevňování probíhá vždy od tělesného středu ven a ve své komplexní funkci klade také nároky na silovou vytrvalost příslušných svalů.
- ❖ Core training se zaměřuje na posilování svalů tělesného jádra v součinnosti, tedy svaly přední a zadní strany trupu současně v polohách a pohybech, které jsou pro člověka typické.
- ❖ Core training pozitivně ovlivňuje držení těla a jeho vnímání v prostoru a výrazně se podílí na prevenci zranění.
- ❖ Zpevněné tělesné jádro umožňuje přesně směřovat výslednice silového působení a tím pozitivně ovlivňuje techniku cvičení

V rámci posilování svalů tělesného jádra se často používají tzv. **balanční techniky**. Balancování je specifický způsob posilování, kdy využíváme nemaximální sílu a koordinaci participujících svalových jednotek pro plnění pohybového úkolu. Děje se tak v labilní poloze výdrží, vedenými nebo dynamickými pohyby. Efektem tohoto posilování vede především k funkční způsobilosti a komplexní pohybové vybavenosti a je vhodný pro silovou přípravu v dětském věku.

### ***III. 5. 2 Období 10 – 12 let***

V tomto období se zvyšuje efektivita tréninkového úsilí vlivem zdokonalení nervové regulace svalových činností mezi desátým až jedenáctým rokem života. Fyziologické mechanismy na zpracování a využití laktátu jako paliva ještě nejsou dobudovány a míra tolerance acidózy je tak na nízké úrovni (Křištofič 2006). Z toho vychází, že u dětí v tomto období dochází k nárůstu efektivity silového tréninku, ale ten musí být směřován do oblasti krátkodobých rychlostně silových cvičení (Perič 2004). Svaly ani kosterní systém ještě pořád nejsou připravené snášet vysoké svalové zatížení. I pro tuto kategorii platí přítomnost svalových disbalancí a proto je velmi důležité rozvíjet harmonicky svalstvo celého těla. Není tedy cílem rozvíjet pouze ty svalové skupiny, které se podílejí rozhodujícím způsobem na výkonu v dané sportovní specializaci. Prostředky pro silový rozvoj v tomto věku se neliší od předchozí mladší kategorie, jen je rozšíříme o další. Součástí silového tréninku této věkové kategorie by měly být mnohé další fyzické aktivity. Specifické vytrvalostní cvičení jako například jízda na statických rotopedech či běhání jsou sice také možnou alternativou a dají se provést zábavně. V tomto věku bychom měli spíše preferovat různé pohybové aktivity prováděné formou hry. Základem by měly být pohybové hry, které obsahují množství různých skoků, hodů, vrhů apod. Jejich využití je mířeno nejen na rozvoj síly, ale i na rozvoj celkové kondice. Děti by měli před i po bloku silových cvičení provádět mnoho různých pohybových dovedností a stále se učit co nejvíce nových pohybů, protože po dvanáctém roce může z důvodu nástupu pubertálních změn u chlapců dojít v tomto směru k útlumu. V rámci rozcvičení můžeme zařazovat pohybová cvičení na hudební doprovod a dále využívat při cvičeních pomůcek jako jsou míče, kužele, obruče, stepry, elastické míče, medicinbaly, balanční podložky, pěnové válce, velké míče atd. Vždy nesmíme zapomínat na strečinková cvičení a to jak na počátku tréninku při rozcvičení, tak na konci ve fázi regenerační. Neustále se snažíme u dětí zvyšovat kloubní pohyblivost. Do silového tréninku v tomto věku začínáme již zařazovat cviky, které využívají hmotnost vlastního těla. Velmi důležité je se v tomto období zaměřit na nácvik správné techniky posilování.



### **Nácvik techniky posilování**

K nácviku techniky posilování využíváme cvičení, ve kterých se zaměřujeme na manipulaci s osou velké činky. Při tom ovšem v tomto období nevyužíváme skutečnou osu velké činky, ale pouze její napodobeninu ve formě plastických trubek, násad na koště, nebo například hokejové hole s uříznutými čepeli. S těmito osami děti provádějí speciální cvičení, která vycházejí z techniky přemísťování činky při nadhozu, trhu či vyražení od prsou. Jednotlivá cvičení jsou vhodná nejen pro techniku pohybu, ale pozitivně působí na rovnováhu (cvičení ve výponu, ve dřepu s osou, nad hlavou apod.), na kloubní pohyblivost v ramenním a kyčelním kloubu i kolenním kloubu a koordinaci pohybu (Perič 2004).

#### ***Přehled cviků pro nácvik techniky posilování***

- ❖ Výpony a vytažení osy k hrudníku.
- ❖ Přejechy do dřepu s osou ve vzpažení zevnitř.
- ❖ Různé poskoky a obraty ve dřepu s osou ve vzpažení zevnitř.
- ❖ Vstávání ze dřepu s osou ve vzpažení zevnitř.
- ❖ Výrazy od prsou.
- ❖ Nácvik vzpěračského stříhu s výrazem osy nad hlavou apod.

#### ***Silové vstupy***

Poměrně vhodnou metodou využitelnou v tomto věku jsou tzv. silové vstupy. Pod tímto pojmem je myšleno přerušení určité tréninkové aktivity se záměrem zařadit krátké silové cvičení. Pokud by jsme uvedli příklad z ledního hokeje, tak by to znamenalo že by trenér v určitých intervalech (např. 2 – 3 min.) přerušoval probíhající tréninkovou hru a v této pauze mají děti za úkol udělat co nejrychleji například deset kliků, sed lehů, sklapovaček či dřepů. Po provedení cvičení hra pokračuje. Silový trénink by v tomto věkovém období stejně jako v předchozím měl být zaměřen především na velké svalové skupiny (Perič 2004), což potvrzují i Faigenbaum a Westcott (2000) což zmiňují v další části.

### **Přehled vhodných prostředků stimulace síly**

Prostředky pro stimulaci silových schopností v tomto věku se neliší od předchozí mladší kategorie v rámci které byly popsány. Zde je pouze rozšíříme o cvičení s využitím hmotnosti vlastního těla.

#### ***Cvičení s využitím hmotnosti vlastního těla***

- ❖ Kliky, dřepy, sklapovačky.
- ❖ Šplh bez přírazu, ručkování pouze rukama apod.
- ❖ Cviky ve dvojicích.

### **Diskuze a doporučení na téma volba prostředků stimulace síly v této věkové kategorii**

K využití kliků v tomto věkovém období mají ve svém textu poznámku Faigenbaum, Westcott (2000). Zmiňují názor, že ačkoli jsou kliky standardním cvičením, které je možné využít na posílení horní poloviny těla v tomto věku, excelentní alternativu poskytují kliky na bradlech, které ovlivňují stejné svalové skupiny, ale při tom je šetřena oblast dolních zad v oblasti bederní páteře na kterou je při standardních klicích vyvíjena velká stresová zátěž. Upozorňují však na to, že pokud budou klik na bradlech provádět těžší chlapci, musí patřičně kontrolovat rychlost provádění samotného kliku, tedy především fázi sestupu, která musí být provedena pomalu. Fáze sporu je možno provádět výbušně, ba je to žádoucí pokud to cvičenec zvládne. Dále jsou pro děti této věkové kategorie vhodné stroje umožňující vykonávat tradiční cvičení jako shyb či klik, ale s využitím menší zátěže než je váha celého vlastního těla. Je pro ně lepší když pomocí tohoto stroje provedou deset shybů, než když vlastní vahou udělají pouze jeden. Lze vhodně využít i cvičení s elastickými expandery. Děti v tomto věku mají již dostatečně vyvinutou svalovou koordinaci a dokáží kontrolovat dané pohyby a stabilizovat při tom ostatní části těla (Faigenbaum, Westcott 2000). Ačkoli některé děti ve věku deset až dvanáct let by již mohli využít standardní posilovací stroje pro rozvoj svalové síly, pro většinu z nich je lepší opět možnost využití strojů

přizpůsobených jejich velikosti a věku z hlediska možnosti nastavení zátěže. National Strength and Conditioning Association doporučuje pro tuto věkovou kategorii posilovat v rámci jedné až třech sériích s šesti až patnácti opakováními. Faigenbaum a Westcott (2000) ale uvádí, že účastníci jejich tréninkového programu měli v tomto věkovém období lepší výsledky při využití deseti až patnácti opakování v rámci daných sérií. Jeví se opět stejně jako u mladší kategorie efektivně zařazovat zmíněný silový trénink dvakrát až třikrát týdně. Ale zařazení tří jednotek silového cvičení se nejevilo jako efektivnější než využití pouze dvou. Doporučuje se využít silový program se šesti až deseti rozličnými druhy silových cvičení. Podle Faigenbauma a Westcotta (2000) bychom měli kombinovat cviky, které stimulují silový rozvoj více svalových skupin najednou s cviky zaměřenými na jednotlivé svalové skupiny, kdy je silový rozvoj více adresný a efektivní, především když je cílený na hlavní velké svalové skupiny. Při cvičení je samozřejmě opět třeba mít pod kontrolou rychlost provedení cviků a cviky provádět v plném rozsahu. Ačkoli posilovací stroje přizpůsobené deseti až dvanáctiletým dětem přinášejí jistě mnoho výhod pro jejich silový rozvoj, excelentní výsledky měly podle Faigenbauma a Westcotta (2000) děti v tomto věku při silových cvičeních s využitím volných zátěží, speciálně tedy malých jednoruček. I u nich se projevuje opět jako u mladší kategorie výhoda snadného držení. Podle Faigenbauma a Westcotta (2000) by se jedna tréninková jednotka měla skládat z 15-20 minut zahřívacích aktivit, pak by mělo následovat dvacet až dvacet pět minut silových cvičení a na závěr zase patnáct až dvacet minut aktivit určených k uklidnění organismu a nastartování jeho regenerace. Měli bychom mít na paměti, že nejlepší cestou jak docílit nárůstu svalové síly je postupné zvyšování zátěže, raději než zvyšování počtu opakování při ponechání stejné zátěže. Aby byl silový trénink v této věkové kategorii úspěšný, musí svěřenci opět dostat patřičné instrukce a být pod vhodným dozorem trenéra. Jak již bylo řečeno, důležité je děti učit správné technice cvičení. K tomu patří perfektní, stručné vysvětlení jednotlivých cviků a precizní demonstrace trenérem. Sledování a kontrola svěřenců s neustálou vzájemnou interakcí je pozitivní ve smyslu naučení se správným tréninkovým návykům (správná technika cviku, správné dýchání atd.). Naučit děti správně dýchat je také velmi důležité. Děti nesmí při cvičení zadržovat dech, dýchat musí pravidelně. Nádech je vždy ve fázi uvolnění silového napětí. I když

některé děti ve věku deseti až dvanácti let již mohou mít dobře zažitě tréninkové návyky v rámci silového tréninku, nikdy by jsme je neměli nechat cvičit bez dozoru. To platí i v domácích podmínkách, kdy by měl na cvičení dohlížet rodič či starší sourozenec pokud toho jsou schopni. Pokud ne, mělo by dítě cvičit pouze pod dohledem trenéra s odbornými znalostmi. Vždy bychom měli dbát na to, aby při cvičení měly děti fixovanou páteř a nedocházelo k jejímu stlačování. Využíváme pro to cvičení s oporou o stěnu, ve visu či v lehu na zádech apod. Veškerá cvičení by opět měla mít pestrou a zábavnou formu. A jak bylo již řečeno, po ukončení každého cvičení by mělo následovat protahování. Na závěr celého posilovacího programu pak také vyrovnávací a kompenzační cvičení. Většina deseti až dvanáctiletých chlapců vnímá podle Faigenbauma a Westcotta (2000) strukturální silový trénink velmi příznivě. Děti které v tomto věku podstupují silový trénink jsou pak vhodně připraveni (zpevněni) provádět další fyzické aktivity (například hry). Věk deset až dvanáct let je tedy ideální věk kdy by se tito mladí lidé měli dozvědět o přínosech citlivého silového tréninku a měl by jim být představen.

### ***III. 5. 3 Období 13 – 15 let***

V tomto věku je již možno zahájit systematictější silový trénink. Ten by měl mít však ještě stále přípravný charakter. Na základě předchozí teorie víme, že růst síly v tomto věku je již spojen s nárůstem svalové hmoty, což je způsobeno především vlivem zvýšené sekrece pohlavních a růstových hormonů. S tím související změny ve svalové struktuře zvyšují efektivitu svalové práce jednotlivých svalů. Předchozí tvrzení prokazuje výzkum Faigenbauma a Westcotta (2000) se čtrnáctiletými dětmi, který ukázal, že u chlapců, kteří podstoupili silový trénink se prokázal nárůst svalové síly 46% v porovnání jen s 6% u jedinců, kteří silový trénink neabsolvovali. Během prvních dvou měsíců tréninková skupina přibrala 1,8 kg čisté svalové hmoty, zatímco skupina netrénujících přibrala pouze 0,9 kg. Navíc skupina cvičících odbourala tělesný tuk na rozdíl od necvičících, kteří jej dokonce přibrali. Nárůst svalové síly v této věkové kategorii je tedy evidentní, ale může být u každého jedince velmi individuální a proto rozvoj síly vyžaduje také velmi individuální přístup k dávkování. Silový trénink musí

být vždy přiměřen věku a jeho dávkování souvisí především s otázkou biologického věku jedinců. U jedinců akcelerovaných je možné již ke konci tohoto období přistoupit k cílenějšímu silovému rozvoji, naopak u jedinců retardovaných bychom měli zachovat stále ještě podobu tréninku z předchozích období. Děti v tomto období jsou již schopné bez problémů, technicky správně a bezpečně provádět většinu přirozených cvičení za použití vlastní váhy těla. Schopnost cvičit se svou vlastní vahou a plně jí ovládat zvyšuje sebedůvěru teenagerů a pozitivně působí na psychiku projevující se v budoucím větším tréninkovém úsilí a zaujetí pro trénink. Čtrnácti a patnáctiletí jedinci mohou již plně využívat k posilování elastických expanderů a to zcela bezpečně a efektivně. Je ale třeba mít k dispozici expandery s různou velikostí odporu pro každého cvičence individuálně, tak aby to vyhovovalo jeho svalovým schopnostem a mohl je využívat pro různé varianty cvičení, tedy například na posilování v oblasti dolních končetin a po té naopak horních končetin. V rámci stimulace silových schopností v tomto období bychom se měli zaměřit jednak na všeobecnou silovou průpravu, dále na využití speciálních metod silového tréninku a patřičný čas opět věnovat především nácviku techniky posilování ve smyslu manipulace s osou velké činky - tentokrát již s možností vyšší zátěže. V rámci všeobecné silové průpravy je třeba využít metod a prostředků, které byly popsány u předchozích kategorií. Co se týká organizace, tak za vhodnou se považuje volba hromadné organizace či jednoduchého kruhového tréninku, která navíc přináší možnost stimulovat mimo síly ve větší míře i vytrvalost (Perič 2004).

### **Využití speciálních metod posilování**

V tomto věku již můžeme sáhnout po některých speciálních metodách využívaných v silovém tréninku dospělých. Mezi vhodné metody bychom mohli zařadit metodu rychlostní, vytrvalostní a na konci tohoto věkového období můžeme již zařadit do silového tréninku i metodu opakovaných úsilí (Perič 2004).

### ***Metoda rychlostní (m. dynamických úsilí)***

Představuje cvičení s malým odporem 30 - 60 % OM, rychlost pohybu vysoká až maximální, počet opakování je deset až patnáct. Metoda je vhodná pro rozvoj rychlé a výbušné síly, zaměřuje se však výhradně na velké svalové skupiny. Základem je snaha o co největší rychlost provedení pohybu, ale problémem může být kontrola rychlosti.

### ***Metoda silově vytrvalostní***

Je charakteristická použitím odporů s nízkou hmotností (30-40% OM). Cvičení trvá delší dobu (20-30 s). Počet opakování je vyšší (20-50 a více), neměl by však být maximální, cvičenec by měl být schopen v momentě ukončení cvičení ještě udělat několik dalších opakování. Doba odpočinku je minimální, u kruhové formy se řídí především dobou nutnou pro přechod mezi stanovišti. Rychlost provedení je střední až pomalá (Dovalil a kol. 2002, Perič 2004). Cvičení se volí k postupnému a střídavému zatížení různých svalových skupin, vhodné je střídání protilehlé svalové skupiny. Obsahem stanovišť by měli být cvičení využívající vlastní váhy těla, různé varianty skoků a přeskoků, cvičení s malými činkami, popř. cvičení s těžkými tyčemi, plné míče, švihadla. Zařazena mohou být i různá gymnastická cvičení na nářadí, akrobatická cvičení (přemety, kotouly, stojky, salta) a činnosti s míčem využívající dovednosti z různých sportovních her. V rámci vytrvalostní metody se využívá především kruhová forma. Prochází se dle pořadí různými stanovišti jejichž počet by měl být maximálně deset až patnáct (Perič 2004, Štilec 1989).

### ***Metoda opakovaných úsilí (m. kulturistická)***

Tuto metodu je možno zařadit na konci tohoto věkového období, samozřejmě opět individuálně s přihlédnutím k biologickému věku dítěte. U biologicky retardovaných svěřenců bychom ji využívat neměli. Metoda obsahuje několikrát opakované cvičení s nemaximálním odporem. Velikost zátěže by měla být u chlapců okolo 60% maximální zátěže a počet opakování by se měl pohybovat okolo deseti. Vhodné je daný cvik provádět rychle až výbušně. Ale pokud by to mělo být na úkor kontroly nad cvičením,

neměli bychom to bezpodmínečně vyžadovat. Existují její varianty známé jako pyramidová metoda (vzestupná, sestupná). Dlouhodobá aplikace vede k hypertrofii svalu, ke zlepšení nervosvalové koordinace, při nižších odporech spíše mezisvalové, při vyšších spíše nitrosvalové. Tato metoda však vyžaduje dvou až tříletou silovou přípravu a trenér by ji měl využívat jen u biologicky neretardovaných jedinců (Perič 2004).

Jiné speciální metody rozvoje silových schopností nejsou pro děti vhodné, zvláště bychom měli vyloučit metody využívající vysoké až maximální odpory. S jejich zařazením do tréninku bychom mohli počítat až kolem sedmnáct až osmnácti let. Opět bychom měli dbát na to, aby použitá cvičení nezatěžovala nadměrně páteř a velké klouby. Mohlo by zde vznikat riziko negativních strukturálních změn v těchto segmentech, protože ještě nejsou dostatečně vyvinuté. Nutné je samozřejmě zase velmi důkladné rozcvičení a zapracování před začátkem samotného posilování. Zvolit by jsme k němu měli jednoduché posilovací cviky jednak s využitím vlastní váhy těla (kliky, shyby, dřepy, vzpory) a jednak cviky s využitím malých činek (švihy, rotace) atd. Cílem je navození potřebného napětí ve svalech. Během cvičení tzn. v pauzách mezi cvičením by se jedinci měli protahovat a po ukončení tréninku by měl následovat důkladný strečink a kompenzační a vyrovnávací cvičení (Perič 2004).

### **Přehled vhodných prostředků stimulace síly**

- ❖ Cvičení s využitím hmotnosti vlastního těla – dřepy, kliky, shyby atd.
- ❖ Cvičení ve dvojicích – přenášení, výskoky do náruče, odhody z náruče apod.
- ❖ Malé činky nebo činkové kotouče (nepřesahující 1 – 2 kg), využíváme je především pro rotační a švihová cvičení, dále různé výpady, dřepy, výskoky apod.
- ❖ Cvičení s duší z kola naplněnou například pískem či vodou (zátěž u dívek do 10%, u chlapců do 15 – 20% tělesné hmotnosti) - různé manipulace či gymnastická cvičení a hry pokud si dítě navlékne duši křížem přes ramena.

- ❖ Plné míče a atletické koule (pro děvčata 1 – 2 kg, pro chlapce 2 – 3kg). – různé výhozy do výšky, odhody do dálky - vpřed, vzad, stranou, manipulace a kroužení kolem těla
- ❖ Lehké gumové expandery – švihová a rotační cvičení
- ❖ Těžké tyče – jedná se o tyče v délce 1 – 1,5 m (jsou přiměřené výšce postavy), o hmotnosti 2 – 5 kg (můžeme využít přímo tyč od velké nakládací činky, pokud není příliš těžká, nebo se může jednat o umělohmotné trubky do kterých jsou zaletovaná závaží – písek, kameny, olovo apod.), cvičení mají podobu poskoků, výskoků, výpadů, manipulací či rotací.

#### ***Vhodné prostředky v rámci využití rychlostní metody***

- ❖ skoky přes překážky (lavičky, nízké překážky, kužely)
- ❖ výskoky (na švédskou bednu, na stupínky)
- ❖ víceskoky (trojskok, šestiskok)
- ❖ skoky v různých tvarech
- ❖ výběhy a skoky do schodů

Dále můžeme využívat různé druhy odhodových cvičení například hody do výšky, do dálky, ve dvojicích. V souvislosti s těmito cvičeními je třeba zajistit bezpečnost svěřenců, jak ve smyslu vzniku možného úrazu vlivem zasažení jedince některým těžším břemenem (plné míče, atletické koule, atd.) z důvodu špatného postavení dotyčného v místě dopadu předmětu, či možnosti vzniku zranění z důvodu například využití nesprávné techniky cvičení při odrazových cvičeních (dopad na plná chodidla, vytáčení špiček vně či dovnitř, využití špatné obuvi netlumící dopad). Celkově bychom u těchto cvičení měli dbát na to, abychom zbytečně nepřetěžovali pohybový aparát, zejména kyčle a kolena, protože jejich možné poškození by mohlo být v budoucnu pro dané jedince limitujícím faktorem vrcholné sportovní výkonnosti. Samozřejmě je třeba, aby se děti před cvičením důkladně rozcvičili a zapracovali (Perič 2004, Faigenbaum, Westcott 2000).



## **Diskuze a doporučení na téma volba prostředků stimulace síly v této věkové kategorii**

Většina třinácti až patnáctiletých jedinců je dostatečně velkých na to, aby byli schopni cvičit na standardních posilovacích stojích, speciálně těch, které zahrnují cviky formou tlaků či naopak tahů jako jsou leg press, bench press, bench press na šikmé lavici, tlaky nad hlavou, veslování, bradla, či stroj asistující při provádění shybů. Podle Faigenbauma a Westcotta (2000) mohou děti v tomto věku s bezpečnou zátěží již provádět bench press i dřep s velkou činkou. Ale zároveň dodávají, že bychom měli stále preferovat spíše taková cvičení, kde můžeme využít místo velké činky jednoručky. Tím minimalizujeme riziko nepatřičného namáhání kloubů a šlach v případě cvičení s neadekvátní zátěží či technicky špatně prováděným cvikem. Dále konstatují, že z důvodu bezpečnosti silového cvičení bychom měli důrazně dbát na to, aby první cvičení s velkou činkou svěřenci absolvovali bez další zátěže, tedy pouze s tyčí a naučili se s ní perfektní techniku provádění jednotlivých cviků. To jak víme z předchozího textu potvrzuje i Perič (2004), který považuje nácvik techniky posilování ve smyslu manipulace s osou velké činky za základní oblast silové přípravy již v předchozí věkové kategorii. U této věkové kategorie by již přistoupil k nácviku techniky s mírně zvýšenou zátěží. Při takovém tréninku musí být samozřejmě přítomen kvalifikovaný trenér, který dokáže precizně techniku cviků vysvětlit a předvést. National Strength and Conditioning Association doporučuje, aby teenageři v rámci silového tréninku využívajícího volné zátěže a posilovací stroje cvičili v jedné až třech sériích po šesti až patnácti opakováních. Jejich silový program by měl obsahovat šest až deset cvičení s volnou zátěží zaměřených na všeobecný svalový rozvoj. Tedy cvičení jako dřep, bench press, veslování, tlaky za hlavou, shyby či kliky na bradlech.

V souvislosti se silovým tréninkem v tomto věku je třeba zmínit také fakt, že pro mnoho chlapců ve věku teenagerů, bývá fyzický vzhled a sportovní výkonnost velmi důležitá a ceněná. Díky této motivaci může být správně volený silový trénink v této věkové kategorii vysoce přínosný a efektivní. Na druhé straně někteří z nich by se chtěli stát až kulturisty a snaží se cvičit podle vysoce náročných silových programů prezentovaných většinou v populárních časopisech pro kulturisty. V takovém případě

může takovým jedincům hrozit riziko zranění či přetrénování následkem využívání neadekvátních zátěží a celkové intenzity tréninku. V tomto směru by měli trenéři vysvětlovat svým svěřencům cíle jejich silové přípravy a efekt jednotlivých metod rozvoje síly na využití v reálných podmínkách či přímo ve sportovní specializaci. Měli bychom vždy usilovat o rozvoj síly funkční a použitelné v rámci sportovního výkonu v dané specializaci, ale i běžně v reálném životě (Faigenbaum, Westcott 2000).

## III. 6 Stimulace síly v rámci specializace lední hokej

### III. 6. 1 Struktura sportovního výkonu v ledním hokeji

Herní výkon v ledním hokeji úzce souvisí s kondičním stavem. Zjednodušeně řečeno, bruslení a ovládání kotouče ovlivňuje technika. Techniku produkuje nervosvalová koordinace. Nervosvalová koordinace utváří specifičnost podnětu. Motorický potenciál charakterizuje agilita, dynamičnost a rychlost. Součástí rychlosti je nervová citlivost na podráždění a útlum. Stálý dostatek potřebných energetických rezerv kreatinfosfátu je kondičním zdrojem všech silově rychlostních projevů (Bukač 2005).

Hlavní prameny kondičního růstu dětí v rámci ledního hokeje jsou podle Bukače (2005):

- ❖ agilita (koordinace a dynamičnost)
- ❖ dynamičnost (schopnost svalů opakovaně vykonávat náhlé a pružné extrémní změny rychlosti směru)
- ❖ svalová síla (dynamická)
- ❖ rychlost (laktátová rychlost uplatňovaná při bruslení, kličkování a střelbě)
- ❖ stálé a dostatečné periferní zásoby kreatinfosfátu (metody zatěžování a rytmičtění herní činnosti)

Tyto uvedené kondiční nároky jsou stimulovány utkáním, tréninkem herně dovednostního základu a tréninkem síly. Takto specificky zaměřený trénink je obsahem přípravného i závodního období. Jako velmi efektivní se u dětí jeví individualizace (Bukač 2005).

### ***III. 6. 2 Silový základ v ledním hokeji***

Silový základ získává mladý hokejista v rámci obecného rozvoje síly mimo led viz předchozí kapitoly. Získaný silový potenciál se dotváří v kondičním a herním tréninku na ledě. Většina činností v ledním hokeji má silově rychlostní charakter. Z hlediska aktivizace příslušných energetických systémů a metabolických důsledků rozvíjíme během výkonu na ledě jak anaerobní tak aerobní sílu. Anaerobní silový výkon ovlivňuje maximální sílu, rychlou sílu a zprostředkovaně rychlost. Dominantní místo zaujímá rychlá síla. V hokejové praxi se uplatňuje ve smyslu udělení co největší rychlosti vlastnímu tělu, jeho končetinám (při bruslení) a přes paže hokejové holi a kotouči při různém vnějším odporu. Kromě maximální síly zde má značný význam síla výbušná (explozivní). Podle Bukače (2005) má zásadní vliv na rychlost a dynamičnost bruslení mohutnost výbušných odrazů a rychlost frekvence bruslařského kroku. Bruslení je samo o sobě velmi silově náročné. Hlavním aktivátorem bruslení je čtyřhlavý stehenní sval, který střídavými odrazy a skluzy uvádí tělo do pohybu. Stehenní svalstvo vyžaduje orientovanou pozornost na růst svalové síly. Sprážené extenzory, které na extenzi kolena a kyčle navazují, jsou také významné z hlediska odrazu a přechodu do skluzové fáze. Finiš odrazu a poslední silový impuls musí proběhnout v bodě posledního kontaktu špičky brusle s ledem (extenzory hlezenního kloubu). Hokejista v důsledku herního postoje využívá pánve, hýžďových svalů, stehenních svalů, svalů bérce, hlezenního kloubu a prstů dolních končetin k mohutným odrazům (načítání silových účinků). Pohyby jsou silové a energeticky velmi náročné. Bruslení tak vyžaduje specifické přizpůsobení svalstva dolních končetin, kterému napomáhá podpůrný silový trénink. Celkový tréninkový objem posilování dolních končetin by měl převyšovat trénink končetin horních (60 % : 40 %). Švihová síla, síla předloktí, zápěstí a stisku ruky stimulují veškeré manipulace s kotoučem. V soubojích úpolového charakteru se využívá síla statická (Bukač 2005). Podpůrný trénink síly mimo led zařazujeme před tréninkem na ledě, posilování kombinujeme s péčí o pohybový aparát a zpevňovací přípravou (Bukač 2005).

### *III. 6. 3 Stimulace silových schopností v rámci přípravy na ledě*

#### **Specifické a nespecifické prostředky**

V rámci rozvoje síly na ledě můžeme také využívat různé formy a prostředky. Mezi často využívané formy patří tzv. silové vstupy a kruhová forma tréninku či různé štafety prováděné soutěžní formou. V rámci silových vstupů lze využít kliků, sed lehů, dřepů s výskokem či bez, dřepů na jedné noze s přidržení o mantinel či bez podle silových možností jedince, přelézání nebo přeskokování mantinelu, lezení po ledě, osobních soubojů (srážení se s kolegou rameny, přetlačování se, odtlačování atd.). Při kruhovém tréninku na ledě můžeme v rámci jednotlivých stanovišť využívat opět osobních soubojů (srážení se s kolegou rameny, přetlačování se, odtlačování atd.), násobené střelby, střelby s těžšími pukem, střelby kdy na dolní části hole má jedinec nasunutě závaží, dribling s malým činkovým kotoučem, výbušné starty s brzdami na malém úseku, starty proti odporu gumového expanderu zachyceného za pevnou oporu (např. mantinel), starty proti odporu který vytváří gumová pneumatika přivázaná na laně k pasu hokejisty, střelba proti odporu zmíněného expanderu přivázaného za hůl. Oblíbenou formou tréninku dětí na ledě jsou různé druhy štafet, kdy se většinou startuje z brankové čáry a absolvuje různě dlouhý úsek a štafetu předává při návratu dotknutím se partnera. Tyto štafety se také velmi dobře dají využít k silově-obratnostnímu rozvoji, rozvoji agility a dynamické rovnováhy. Hráči se v rámci štafety mohou opět ve dvojicích tlačit, táhnout s využitím holí, tlačit či táhnout partnera který během toho přibrzdí, táhnout pytle s pískem zachycené lanem za pas, bruslit se spoluhráčem na zádech, můžou se plazit, projíždět různé překážkové dráhy (objíždět či přeskokovat kužely, rukavice, hokejky atd.) kde jsou nuceni k náhlým změnám plynulosti, směru jízdy a tvaru lokomoce a tak stimulují dynamickou rovnováhu, která je významnou podporou pro rozvoj herní agility v ledním hokeji.

### ***III. 6. 4 Stimulace speciální síly mimo led***

Na suchu lze k speciální silové přípravě využít střelby z kluzké plochy. A to opět střelby násobené, proti odporu expanderu, s těžkými pukky či těžkými koulemi nebo jiným závažím, střelbu kdy na dolní části hole má jedinec nasunutá závaží. V rámci posílení dolních končetin můžeme použít speciální kluzké plochy na které se modifikuje bruslení. Můžeme při tom na tělo jedince nasadit vestu s lehkým závažím. Dále můžeme využívat bruslení na kolečkových bruslích (krátké sprinty po rovině, do kopce, se zátěží či bez).

### **III. 6. 5 Svalové dysbalance v ledním hokeji**

V ledním hokeji, který se v současné době ubírá cestou rané specializace je výskyt svalových disbalancí u mladých hokejistů velmi častý. Herní činnost zatěžuje skelet a svalstvo jednostranně. Výsledkem je svalová posturální dysbalance. Vzniká vlivem adaptace svalů na danou pohybovou činnost. Některé svalové skupiny jsou pak oslabené a jiné zkrácené, funkci oslabených svalů přebírají svaly s tendencí ke zkrácení a dochází vlivem hyperaktivity k jejich dalšímu zkrácování (Bukač 2005, Máček 1998). Kritickými oblastmi vzniku svalových nerovnováh v ledním hokeji jsou především oblasti tříselné krajiny, pánevního dna a bederní páteře. Pánevní je počátkem mnoha úponů svalů podílejících se na bruslení a herních dovednostech. Tříselným kanálem zase prochází několik vazivových částí svalů dolních končetin a břicha, které jsou citlivé na přetěžování způsobené bruslařskými odrazy, náhlými změnami směru a bržděním. Zkrácení a ochabnutí svalstva podílejícího se na správném postavení pánve, tvaru bederní páteře a bruslařském kroku se projevuje bolestí, která se šíří do oblastí tříselné krajiny a pánevního dna. Tyto bolesti omezují a někdy dokonce znemožňují bruslení. Jednostranné herní zaměření tedy vyžaduje záměrnou a pravidelnou zpevňovací přípravu. Stabilizované držení těla a vyrovnaná tonizace svalstva zhodnocuje využití síly svalů při bruslení (Bukač 2005).

## Kompenzace v rámci ledního hokeje

Kompenzovat znamená vyrovnávat určitou nerovnováhu. Kompenzace je prevence funkčních a zdravotních problémů a měla by být podstatnou součástí pohybové přípravy dětí. Jak již bylo řečeno kritickými oblastmi vzniku svalových nerovnováh v ledním hokeji jsou především oblasti tříselné krajiny, pánevního dna a bederní páteře. Fyziologické postavení pánve má mírný sklon (podsazení) dopředu. Postavení umožňují svaly břišní, hýžděové, bederní vzpřimovače a kyčelní ohybače. Břišní svaly jsou v rámci herního zatížení v ledním hokeji málo zapojovány a navíc mají obecně sklon k ochabování. Bruslením značně namáhané hýžděové svaly vytvářejí výrazné vyklenutí. Bederní vzpřimovače a kyčelní ohybače v případě zkrácení pánev vysunují a naklánějí horní část vpřed. Bederní páteř současně deformují do hyperlordózy. Správné držení těla, postavení pánve a tvar bederní páteře vyžaduje správnou funkci bederních vzpřimovačů, ohybačů kyčelního kloubu a břišního svalstva. Další rizikovou oblastí bruslařského kroku jsou přitahovače a abduktory stehen. Tyto svaly produkují silovou podporu bruslařského kroku. Krizovou oblastí je také páteř. Svaly podél páteře (rotátory a vzpřimovače) spolu s břišním svalstvem tvoří svalový korzet. Rotátory a vzpřimovače mají přirozenou tendenci ke zkrácování a jsou navíc herně značně zatěžovány. Jejich zkrácování rovněž podporuje bederní lordózu (Bukač 2005).

V rámci kompenzace je tedy třeba:

- ❖ Protahovat bederní vzpřimovače a ohybače kyčelního kloubu, které jsou herně přetíženy
- ❖ Posilovat břišní svalstvo, které má tendenci k ochabování (dolní část břišního svalstva vytváří fixační oporu bruslení, horní část zpevňuje svalový korzet)
- ❖ Posilovat svaly pánevního dna
- ❖ Posilovat a protahovat přitahovače a abduktory stehen
- ❖ Protahovat svalstvo zad

## *IV. Diskuze*

Sportovní příprava dětí je relativně samostatná a specifická oblast sportovního tréninku. Rozvoj silových schopností v rámci sportovní přípravy dětí vždy byl a je velmi diskutovaným tématem. Klade mnoho otázek, na které se tato diplomová práce snaží nalézt odpovědi. Základem každého učitele, trenéra či instruktora, který usiluje o rozvoj silových schopností dětí, by měla být adekvátní znalost teorie spojené s možnostmi stimulace síly v daném věkovém období. Zmíněná teorie by se měla týkat především znalostí ontogeneze jedince, fyziologické podstaty svalové činnosti v dětském věku a samozřejmě znalosti z oblasti pedagogiky, didaktiky a psychologie sportovního tréninku dětí.

Ve své diplomové práci jsem se proto nejprve snažil nalézt a popsat základní teoretická východiska svalového rozvoje dětí. Z této teorie vyplývá, že rozvoj silových schopností u dětí je závislý na ontogenezi jedince a tedy současně na rozvoji fyziologických funkcí organismu, morfologii a adaptabilitě kosterního svalstva. Probíhající vývoj dítěte nám neumožňuje tak efektivní rozvoj silových schopností jako u dospělého jedince. Je determinován mnoha faktory. Konkrétně na příkladu zastoupení typů svalových vláken u dětí se viditelně prokázal rozdíl mezi dospělými a dětmi v morfologii kosterního svalu. Děti mají v kosterním svalu více zastoupena svalová vlákna typu I a II.A na rozdíl od vláken typu II. B, která nalézáme v dětském svalu minimálně a u některých dětí podle výzkumu Periče a kol. (2003) dokonce zcela chybějí. A protože vlákna typu II.A mají téměř stejně vysokou kapacitu oxidativního potenciálu jako pomalá svalová vlákna typu I, potvrdily se teoretické předpoklady, že silový trénink dětí by měl být směřován do oblasti vytrvalostních silových cvičení nižší intenzity nebo do oblasti krátkodobých rychlostně silových cvičení. Naopak díky nízkému zastoupení svalových vláken typu II. B, nízké aktivitě enzymů anaerobní glykolýzy, která podmiňuje nižší úroveň anaerobních laktátových schopností v dětském, je u dětí obtížné rozvíjet sílu maximální, potažmo pak sílu výbušnou. Musím zde však také uvést, že vždy musíme počítat s individuálními zvláštnostmi jednotlivců. Jak jsem uvedl v textu diplomové práce, Periče a kol. (2003) našli u jednoho mladého hokejisty poměrně vysoký podíl vláken typu II.B (63,4 %) a tento hokejista, který dnes působí ve



vrcholovém hokeji je charakteristický výbušným stylem bruslení a celkově dynamicko silovým herním projevem. Jeho genetické předpoklady pro tento jeho dnešní herní projev tedy naznačoval již zmíněný výzkum, kterého se zúčastnil ve dvanácti letech.

Významným determinantem přirozeného svalového rozvoje u dětí jsou především pohlavní a růstové hormony. Testosteron a růstový hormon IGF-I mají vliv jak na celkový růst, tak s ním související nárůst svalové hmoty a svalové síly. Ke zvýšené sekreci zmíněných hormonů dochází v období puberty, kdy pak následuje růstová akcelerace a dramatický růstový spurt v oblasti svalů. Ten se projevuje i v tvorbě čisté svalové hmoty u chlapců. Před pubertou se svalová síla dětí rozvíjí více či méně lineárně s věkem a vysoce koreluje s celkovými proporcemi postavy, tedy výškou a váhou. Někteří autoři dokonce konstatují, že pozorovaný nárůst svalové síly u deseti až šestnáctiletých chlapců může být predikován podle samotného lineárního nárůstu velikosti a s ním související hmotnosti postavy (Malina 2004, Rowland 2004). Východiskem pro svalový rozvoj dětí je dále také vývoj kostry. Svalová síla a podíl svalové hmoty jedince totiž silně koreluje s kostním věkem.

Významnou oblastí, kde výzkumníci hledají odpovědi na otázky možnosti stimulace silových schopností dětí, je neurologie. Podle mnoha autorů jsou totiž výrazným determinantem rozvoje svalové síly nervosvalové procesy, jako je například rychlost přenosu vzruchu k činnému svalu, nervosvalové koordinace motorických jednotek, úroveň nábory motorických jednotek a rychlost jejich zapojení. Podle většiny autorů se dá očekávat, že síla u dětí může být závislá na míře schopnosti aktivovat motorické jednotky. Je třeba však konstatovat, že v této oblasti ještě výzkum nedosáhl maximální hodnoty, protože velmi málo výzkumných dat, na základě kterých bychom mohli přesvědčivě prokázat, jak velký vliv mají nervosvalové procesy na úroveň silových schopností dětí, jakým způsobem se podílejí na rozvoji síly v rámci stimulace silovým tréninkem a zda patří také mezi jednu z příčin rozdílů v úrovni svalové síly mezi dětmi a dospělými.

Výše zmíněná teorie nám pak předurčuje samotnou praktickou realizaci silového tréninku dětí, která má ve větší míře především přípravný charakter. Na základě mnoha studií lze konstatovat, že rozvoj síly u dětí vlivem silového tréninku je možný a to i před nástupem puberty a tedy s tím spojenou zvýšenou sekrecí pohlavních a růstových

hormonů. Nárůst svalové síly vlivem silového tréninku během dětského vývoje byl totiž evidentně pozorován u všech dětských věkových kategorií zahrnujících prepubescenty (Rians a kol. 1987, Blimkie a kol. 1989, Ramsay a kol. 1990, Faigenbaum a kol. 1993), pubescenty i postpubescenty (Pfeiffer and Francis, 1986). A k přírůstkům svalové síly na základě silového tréninku docházelo jak u chlapců tak u dívek (Faigenbaum, Westcott 2000).

U dětí v předpubertálním věku však dochází k rozvoji síly bez výraznějších známek svalové hypertrofie. Příčinou je pak, jak bylo popsáno v teorii, především nízká úroveň tvorby pohlavních a růstových hormonů, zejména pak testosteronu. Za rozvojem síly v tomto období tedy pravděpodobně stojí nervosvalová adaptace a stimulace síly vede spíše ke schopnosti centrálního nervového systému aktivovat či stimulovat svaly ke kontrakci (Bompa 1993, Sale 1986 in Faigenbaum, Westcott 2000). To pak vidíme především ve schopnosti silově připravených dětí provádět pohybové dovednosti efektivně s využitím síly a rychlosti. Silovou přípravou se svaly učí spolupracovat a dochází tak k nácviku synchronizace svalové akce a řetězové kontrakce svalů. Výsledkem nárůstu síly je pak schopnost řídit pohyb. V období po nástupu puberty pak můžeme pozorovat již rozvoj síly současně se svalovou hypertrofií. Silový trénink je efektivnější a dochází k velkým přírůstkům svalové síly.

Častou otázkou silového tréninku dětí je jeho bezpečnost a vliv na přirozený vývoj jedince. Nad tímto tématem se již sešlo mnoho odborníků z oblasti sportovního tréninku, pediatrií či ortopedů. Konstatovali, že silový rozvoj je pro děti vhodný a potřebný, optimalizuje jejich tělesný vývoj, snižuje riziko zranění při sportu, urychluje proces uzdravování z případných již vzniklých zranění nebo poškození pohybového systému a přispívá ke zvýšení nejen anaerobní ale i aerobní zdatnosti a výkonnosti. Aby byl silový trénink zcela bezpečný musí trenéři bezpodmínečně dbát na to, aby byl přizpůsobený věku dítěte, byly zvoleny vhodné prostředky, metody a formy takového tréninku a byla dodržována základní bezpečnostní pravidla. Podle Americké akademie pediatrií nebyl prokázán nepříznivý vliv silového tréninku na přirozený růst jedince ani škodlivý vliv na kardiovaskulární zdraví dítěte (American Academy of Pediatrics 2001). Naopak velmi pozitivní vliv vhodně voleného silového tréninku byl prokázán na hustotu kostní hmoty. Fukunga a kol. (1992) prokázali, že silová cvičení vedla ke zvýšené

mineralizaci kostní hmoty a tedy k jejímu celkovému nárůstu. Comi (1992) dodává, že především silový trénink zaměřený na velké svalové skupiny, které ovládají nosné kluby může značně pozitivně měnit hustotu kostní hmoty a její minerální obsah.

Volba vhodných prostředků, metod a forem silového tréninku dětí pak závisí právě na teoretických východiscích, které jsem se snažil v rámci mé diplomové práce popsat. Zásadní roli hraje především biologický věk dítěte. V případě akcelerace nebo naopak retardace dítěte je pak třeba volit formu individualizace silového tréninku napříč věkovými kategoriemi a zvolit tak nejvhodnější prostředky, metody a formy pro daného jedince individuálně. Často se také diskutuje o vhodnosti či nevhodnosti využití určitého prostředku či metody rozvoje síly v daném věku dítěte. Protichůdné názory existují především v oblasti vhodnosti využití jako prostředků silového tréninku dětí posilovacích strojů a volných činek. Někdy bývá tento silový trénink v literatuře nazýván „rezistenčním tréninkem“. V tomto případě autoři zastávají názor, že posilovací stroje jsou vhodné například v situaci, kdy dítě není schopno udělat technicky správně klik. V tom případě je podle nich ze zdravotního hlediska lepší provést bench-press s lehkými jednoručními činkami na lavici, kde mají fixovaná záda, než se nepřírozeně kroutit při realizaci kliků, na které daný jedinec není dostatečně silově vybaven. S tím se samozřejmě dá souhlasit. Pokud by dítě provádělo ten samý cvik na stroji samozřejmě přizpůsobeném velikostí a zátěží jeho věku, namítali by odpůrci těchto prostředků, že posilování na strojích je úzce zaměřeno na vybrané svalové skupiny a způsob jejich zapojování bývá odlišný od reálných životních podmínek a proto transfer tak nabitě síly do reálného prostředí není tak efektivní, málo se stimuluje mezisvalová koordinace, posilování probíhá v omezené škále směrů pohybu a není tak zajištěna rovnoměrná distribuce svalového napětí kolem kloubů a nezvyšuje se významně kloubní stabilita. Z existence různých názorů na tuto problematiku pro nás plyne výhoda v možnosti analyzovat tyto názory a pokusit se vybrat a zvolit takový prostředek, který bude pro daného jedince nejvhodnější. Pokud bude dítě schopno technicky kvalitně a tedy bezpečně provádět přirozená cvičení s využitím vlastní váhy, pak mohou být v popsaném smyslu přínosnější a efektivnější. Pokud však nejsou schopny z hlediska silového potenciálu taková cvičení realizovat či

pouze technicky velmi špatně, měli bychom zvážit, zda si takový jedinec tímto cvičením více neublíží, než komplexně posílí svalový aparát.

Z toho vyplývá, že nejdůležitějším hlediskem pro to, jaký prostředek, metodu či formu cvičení zvolíme je především velikost odporu. Je tedy důležité, aby dítě při využití daného prostředku bylo schopno realizovat cvičení s daným odporem technicky správně a tudíž i bezpečně z hlediska rizika zranění či negativního ovlivnění přirozeného vývoje organismu dítěte.

## ***V. Závěr***

Záměrem této diplomové práce bylo pokusit se popsat problematiku stimulace silových schopností dětí, analyzovat základní teoretická východiska a z nich identifikovat determinanty stimulace silových schopností u dětí.

Teoretická východiska spolu s determinanty svalového rozvoje dětí jsem popsal v první části práce. Determinanty stimulace síly jsem rozdělil do několika částí, podle toho do jaké oblasti patří. Z analýzy vyplynulo, že zásadní determinanty rozvoje síly se nacházejí především v oblastech morfologie svalové tkáně, biochemie, fyziologie či obecné ontogeneze. Ve všech těchto oblastech byly zásadní především vývojové odlišnosti dětí od dospělých jedinců, na základě kterých se potvrdil fakt, že k silové přípravě dětí nemůžeme přistupovat stejně jako k silovému tréninku dospělých. Tím byl tedy splněn první cíl diplomové práce.

Po té jsem přistoupil k analýze odborné literatury na téma zdravotní hlediska silové přípravy dětí, efektivita a přínos silového tréninku v tomto věkovém období. Na základě zjištění faktu, že silový trénink v dětském věku může být bezpečný, efektivní i zdravotně přínosný jsem na bázi základních doporučení pro silový trénink dětí popsal cíle silové přípravy dětí a vytvořil koncept stimulace silových schopností dětí v mladším a starším školním věku v jehož rámci jsem popsal vhodné metody, prostředky a formy silové přípravy dětí. Tím je splněn i druhý cíl diplomové práce.

Důležité je zde uvést, že během práce na této diplomové práci autor došel k názoru, že výzkum v oblasti teoretických východisek stimulace síly u dětí ještě nedosáhl maximální hodnoty. To platí především v oblastech neurologie (nábor motorických jednotek) či morfologie svalové tkáně. Je tomu tak především z důvodu obtížné aplikace výzkumných metod na dětech (např. biopsie svalových vláken na větším vzorku jedinců), které brání především etické hledisko.

Závěrem je důležité připomenout, že všechna cvičení v rámci silové přípravy dětí by měla mít vždy hravou formu, měla by být přiměřená věku a dovednostem dětí. Cvičení by měla být pestrá a měli bychom se snažit obměňovat použité prostředky. V počátku bychom se měli zaměřit především na obecný silový základ. Měli bychom klást důraz

na rozvoj mezisvalové koordinace, správné držení těla a funkci svalů tělesného jádra. Zaměřovat se při tom především na velké svalové skupiny. Učit děti správné technice posilování, dohlížet na její dodržování a na dodržování základních bezpečnostních pravidel silového tréninku. Usilovat o rozvoj síly aktivní, umožňující transfer do běžného života či dané sportovní specializace. V rámci dané sportovní specializace se zaměřit především na kompenzaci přetížených svalů, které se výrazně podílejí na realizaci daného výkonu a tak předcházet výrazným svalovým disbalancím, které by v konečném důsledku mohly být i překážkou dosažení plného mistrovství v daném sportovním odvětví.

Celá tato diplomová práce se týká stimulace síly v dětském věku. Jak vyplývá z této diplomové práce, stimulace silových schopností u dětí může být velmi přínosná z mnoha hledisek. Proto bychom ji neměli v tréninkovém procesu dětí opomíjet. Na druhou stranu je třeba mít vždy na paměti, že času na trénink není nikdy dost a pokud bychom se u malých dětí zabývali stimulací silových schopností v průměru, nemuseli bychom stihnout nácvik základních dovedností v technice a dítě by tím mohlo být limitováno pro pozdější sportovní vývoj. Je třeba tedy vždy mít na paměti senzitivní období pohybových schopností a dovedností a respektovat je.

Doufám, že tato diplomová práce alespoň z části přispěje trenérům, instruktorům či učitelům k obohacení jejich teoretických znalostí potřebných k realizaci silové přípravy dětí v praxi.

## Přehled zkratk

|        |       |  |
|--------|-------|--|
| ATP    | ..... | Adinozintrifosfát  |
| CP     | ..... | Kreatinfosfát  |
| CS     | ..... | Citrát syntáza   |
| DHEA   | ..... | Dehydroepiandrosteron  |
| DHT    | ..... | Dihydrotestosteron   |
| EMG    | ..... | ElektroMyoGrafie   |
| FG     | ..... | Rychlá červená vlákna (Fast glycolytic, typ II. B)                                 |
| FOG    | ..... | Rychlá bílá vlákna (Fast oxidative and glycolytic, typ II. A)                      |
| GF     | ..... | Růstové faktory (Growth factors)   |
| HAD    | ..... | Hydroxyacyl-CoA dehydrogenáza  |
| IGF-I  | ..... | Růstový faktor 1 (Insulin-like growth factor 1)                                    |
| IGF-II | ..... | Růstový faktor 2 (Insulin-like growth factor 2)                                    |
| L2     | ..... | Druhý bederní obratel  |
| L4     | ..... | Čtvrtý bederní obratel   |
| LDA    | ..... | Laktátdehydrogenáza  |
| MUA    | ..... | Stupeň aktivace motorických jednotek (Motor unit acceleration)                     |
| OM     | ..... | Opakovací maximum  |
| pH     | ..... | Kyselost vnitřního prostředí   |
| PHV    | ..... | Období maximálního růstu (Peak high velocity)                                      |
| Pi/PC  | ..... | Poměr anorganického fosfátu a fosfokreatinu  |
| SDH    | ..... | Sukcinatedehydrogenáza   |
| SO     | ..... | Pomalá červená vlákna, typ I. (Slow oxidative)                                     |
| TAE    | ..... | Množství práce využité pro nábor motorických jednotek (Torque acceleration energy) |

## Přehled literatury

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. *Strength training by children and adolescents*. Committee on Sports Medicine and Fitness, Pediatrics, 2001. (ISSN 0031 4005).
2. ARMSTRONG., N., WELSMAN., J. *Young people and physical activity*. Oxford : Oxford university, 1997. ISBN 0-19-262660-4
3. BAR-OR, O. (ed). *The Child and adolescent athlete*. Oxford: Blackwell Science, 1996. ISBN 0-86542-904-9
4. BLIMKIE, CJ. *Effects of 10 weeks of resistance training on strength development in prepubertal boys*. In.: *Children and Exercise III*. Human Kinetics Books, 1989.
5. BLIMKIE, C. *Age- and sex- associated variation in strength during childhood: Anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic. and physical activity correlates*. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Vol. 2: *Youth. Exercise and Sport*. C.V. Gisolfi and D.R. Lamb, eds. Indianapolis: Benchmark. 1989. pp. 99-163.
6. BLIMKIE, C. *Resistance training during pre- and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms and persistence*. *Can. J. Sport Sci* 17:264-279. 1992.
7. BOHÁČ, M. *Silové schopnosti, teoretická východiska a metodika rozvoje (Literární rešerše)*. Diplomová práce, Praha: 2003
8. BOMPA, T., O. *Periodization: theory and methodology of training*. Champaign: Human Kinetics, 1999. ISBN 0-88011-851-2
9. BOMPA, T., O. *Total training for young champions*. Champaign: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0212-X
10. BUKAČ, L. , *Intelekt, učení, dovednosti a koučování v ledním hokeji*. Praha : Olympia, 2005. ISBN 80-7033-896-2
11. ČELIKOVSKÝ, S. a kol., *Antropomotorika: pro studující tělesnou výchovu*. Praha SPN, 1990. ISBN 80-04-23248-5.
12. ČELIKOVSKÝ, S. *Teorie pohybových schopností*. Praha: Univerzita Karlova. 1976.



13. DOVALIL, J. a kol. , *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5.
14. DOVALIL, J. – PERIČ, T.: Sportovní trénink. In: JANSA, P. - DOVALIL, J. a kol.: *Sportovní příprava. Vybrané teoretické obory*. Q-art, Příbram 2007. ISBN 80-903280-8-3. s. 139-197.
15. DUDA, M. *Prepubescent Strength Training Gains Support*. The Physician and Sportsmedicine. 157-161. 1986.
16. DYLEVSKÝ, I. *Pohybový systém a zátěž*. Praha : Grada, 1997. ISBN 80-7169-258-1.
17. FAIGENBAUM A., D., ZAICHKOWSKY L., D., WESCOTT W., L., MICHELI, L. and FEHLANDT A., F. *The effects of twice a week strength training program on children*. Pediatric Exercise Science, 5, 339-346. 1993.
18. FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. *Strength and Power for Young Athletes*. Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9.
19. FALK, B., MOR, G. The effects of resistance and martial arts training in 6- to 8-year old boys. *Pediatric Exercise Science*, 8, 48-56. 1996.
20. FUKUNAGA, T., FUNATO, K., IKEGAWA, S. *The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age*. Annals of Physiology and Anthropology, 11, 357-364. 1992.
21. GANLEY, T, SHERMAN, C. *Exercise and Children's Health*. A Little Counseling Can Pay Lasting Dividends, In.: *Physsportsmed*. Vol 28 - No. 2 - February. 2000.
22. GRIMSTON S., K. WILLOWS N., D., HANLEY D., A. *Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 25, 1203-1210. 1993.
23. HAVLÍČKOVÁ, L., *Biologie dítěte – ranné fáze lidské ontogeneze*. Praha: nakladatelství UK, 1998. ISBN 80-7184-644-9.
24. HENDL, J., *Úvod do kvalitativního výzkumu*, Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-246-0030-7.

25. KOLOUCH, V. *Vhodnost posilování pro děti a mládež*. In.: V. Brněnské dny autekologických aktivit pro harmonizaci člověka. Sborník referátů pracovní metodické konference. MOSEČ, Brno 1991.
26. KOMI, P.V. (editor) *Strength and power in sport*. Oxford : Blackwell, 1992. ISBN 0-632-03806-3.
27. KINANTHROPOLOGICA. Praha: Karolinum, 2001. ISSN 0323-0511
28. KRAEMER, WILLIAM J., STEVEN J. FLECK. *Strength training for young athletes*. 1993. ISBN 0-87322-396-9.
29. KRIŠTOFIČ, J., *Pohybová příprava dětí*, Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4.
30. MÁČEK, M., VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1988.
31. MALINA, R., M. *Secular changes in growth, maturation, and physical performance*. Journal Pub. Affiliates [etc. (Santa Barbara, Calif. etc), 1978.
32. MALINA, R., M. *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 0-88011-882-2.
33. MELICHNA, J. *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum. 1990. ISBN 80-7066-254-9.
34. METCALF, J., AND S. ROBERTS. *Strength training and the immature athlete: An overview*. Pediatr.Nurs. 19:325-332. 1993.
35. OZMUN, J., C., MIKESKY, A., E., SURBURG, P. *Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training*. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1994.
36. PAVLÍK, J. *Silové schopnosti člověka - antologie vybraných zahraničních publikací*. Brno: Masarykovy univerzity, 1996. 58 s. ISBN 80-210-1462-8.
37. PAVLIŠ Z., PERIČ, T., NOVÁK, Z., MAZANEC, M. *Příručka pro trenéry ledního hokeje*, II. část. Příbram: ČSLH, 2000. ISBN 80-238-5831-9.
38. PAVLIŠ, Z. , PERIČ, T. *Školení trenérů ledního hokeje*. Praha : ČSLH, 1995. ISBN 80-9000-63-8-8.

39. PERIČ, T. – HELLER, J. – MELICHA, J. et al.: Skeletal muscle characteristics and physical performance in 12 year-old ice hockey players. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*. Vol. 39, 2003, 1, s. 27 – 40. ISSN 0323-0511.
40. PERIČ, T. *Lední hokej*. Praha: Grada Publishing 2002, ISBN 80-247-0472-2. 127 s.
41. PERIČ, T.: *Sportovní příprava dětí*. Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. 197.
42. PERIČ, T.: Sportovní příprava dětí. In: DOVALIL, J. a kol.: *Výkon a trénink ve sportu*. (2. vydání). Praha: Olympia 2005. ISBN 80-7033-928-4 s. 290 – 300.
43. PERIČ, T.: Taktická příprava. In: DOVALIL, J. a kol.: *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia 2002. ISBN 80-7033-760-5 s. 184 – 199.
44. PFEIFFER, R., D., FRANCIS, R., S. *Effects of strength training on muscle development in prepubescent, pubescent and postpubescent males*. *Physician and Sports Medicine*, 14, 134-143. 1986.
45. RAMSAY, J., A., BLIMKIE, C., J., R., SMITH, K., GARNER, S, MCDUGALL, J.D., SALE, D.,G. *Strength training effects in prepubescent boys*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1990.
46. RIAN, C., WELTMAN, A., CAHILL, B., et al. *Strength training for prepubescent males: Is it safe*. *The American Journal of Sports Medicine*. 483-513. 1987.
47. ROKYTA, R. *Fyziologie*. Praha: ISV nakladatelství. 2000 ISBN 80-85866-45-5.
48. ROWLAND, T., W. *Exercise and children's health*. Champaign : Human Kinetics, 1990.
49. ROWLAND, T., W. *Developmental exercise physiology*. Champaign : Human Kinetics, 1996. ISBN 0-87322-640-2.
50. ROWLAND, T., W. *Children's exercise physiology*. Champaign : Human Kinetics, 2004. ISBN 0-7360-5144-9.
51. SALE, D., G. *Neural adaptations to strength training*. In Jones, N.L. (Ed) *Human Muscle Power*. Human Kinetics, Champaign, 289-307, 1986.
52. SEMIGINOVSKÝ, B. *Fyziologická chemie: pro posluchače FTVS*. Praha : Univerzita Karlova, 1992. ISBN 80-7066-727-3.

53. SERVEDIO, F., J., BARTELS, R., L., HAMLIN, R., L., TESKE, D., SHAFFER, T., SERVEDIO, A. *The effects of weight training, using Olympic style lifts, on various physiological variables in pre-pubescent boys.* Medicine and Science in Sports and Exercise. 1985.
54. SIEGAL, J., A., CAMAIONE, D., N., MANFREDI, T., G. *The effects of upper body resistance training on prepubescent children.* Pediatric Exercise Science. 1989.
55. STEVEN J. FLECK, KRAEMER, WILLIAM J., *Strength training for young athletes.* Champaign: Human Kinetic. 2004. ISBN 0-7360-5103-1.
56. ŠTILEC, M. a kol. , *Sportovní příprava dětí a mládeže.* Praha : SPN, 1989. ISBN 80-7066-026-0.
57. TANNER, S., D. MILLER, C. *Alongi. Anabolic steroid use by adolescents: Prevalence, motives, and knowledge of risks.* Clin.J. Sports Med. 5: 108-115. 1995.
58. THOMPSON, et al. *A Longitudinal Study of the Impact of Childhood and Adolescent Physical Activity.* Qual Health Res.; 13: 358-377. 2003.
59. WELTMAN, A., JANNY, C., RIAN, C., B., STRAND, K., BERG, B., TIPPITT, S., WISE, J., CAHILL, B., R., KATCH, F., I. *The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males.* Medicine and Science in Sports and Exercise. 18, 510-514. 1986.
60. WILLIAMS, MH. *Exercise effects on childrens health.* Internet. Sports Science Exchange Article, SSE#43, Volume 4, Number 43 (supplement), 1993.

## Elektronické zdroje

61. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, *Strength Training by Children and Adolescents*. Committee on Sports Medicine and Fitness. 2001 [cit. 2008-03-10]  
URL <<http://aappolicy.aappublications.org/cgi/reprint/pediatrics;107/6/1470.pdf>>
62. GARETH, S., FROSTICK, S., P., JO, H., MAFFULLI, N., LEE, M., TOLFREY, K., JONES, M., FOX, K. *Guidelines for resistance exercise in young people*. British Association of Sport and Exercise Science. Liverpool John Moores University. 2002 [cit. 2008-03-10]  
URL <<http://www.ljmu.ac.uk/ecl/psd/reach/Resistancefinal9-02.pdf>>
51. Holly, J. Benjamin, Kimberly, M. Glow. *Strength Training for Children and Adolescents*. The Physician and Sportmedicine. 2003 [cit. 2008-03-10]  
URL <<http://www.focusedtrainers.com/news/articles/Phys%20and%20Sports%20Med.pdf>>
52. Kolouch, V. *Podmínky bezpečného a efektivního posilování dětí*. Fitnet, Brno. 2007 [cit. 2008-03-10]  
U<[http://www.fitnet.eu/index.php?&desktop\\_back=clanky&action\\_back=&id\\_b  
ack=56&desktop=clanky&action=view&id=204](http://www.fitnet.eu/index.php?&desktop_back=clanky&action_back=&id_back=56&desktop=clanky&action=view&id=204)>
53. PARKER, R., J. *Kids i gyms*. Fitness NSW and The Children's Hospital at Westmead. 2003. [cit. 2008-03-10]  
URL <<http://www.dsr.nsw.gov.au/assets/pubs/industry/kidsingyms.pdf>>

## **Přílohy**

### *Odkazy na literaturu*

**Příloha č. 1** – Cvičení bez náčiní, vlastní vahou a s plnými míči

**Příloha č. 2** – Cvičení dvojic a trojic, úpolová, silově rovnovážná a balanční cvičení

**Příloha č. 3** – Cvičení na strojích a s volnými zátěžemi

**Příloha č. 4** – Cvičení s velkými míči, obručemi, švihadly expandery a na nářadí

## Příloha 1

| Cvičení   | Literatura, strana  |
|---|---|
| Silová cvičení bez náčiní                       | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>164-166</b>   |
| Silově-koordinační cvičení s vlastní vahou      | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. <b>37-65</b>   |
| Cvičení vlastní vahou                           | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>121-135</b> |
| Cvičení vlastní vahou a s plnými míči v pubertě | BOMPA, T., O. <i>Total training for young champions</i> . Champaign: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0212-X. s. <b>124-131</b> .                        |
| Cvičení s plnými míči                           | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>171-173</b>   |
| Silově-koordinační cvičení s plnými míči        | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. <b>81-85</b> .   |
| Cvičení s plnými míči v předpubertě             | BOMPA, T., O. <i>Total training for young champions</i> . Champaign: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0212-X. s. <b>117-123</b> .                        |

## Příloha 2

| Cvičení   | Literatura, strana  |
|---|---|
| Cvičení dvojic a trojic                                   | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>166-168</b> |
| Úpolová cvičení   | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>169-171</b> |
| Silově rovnovážná cvičení                                 | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>174-176</b> |
| Rovnovážná a balanční cvičení                             | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>136-140</b> |
| Kruhový trénink zaměřený na stimulaci silových schopností | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>176-181</b> |



### Příloha 3

| Cvičení  | Literatura, strana   |
|--|--|
| Cvičení na strojích a s malými činkami ve věku 7-9 let (typy cviků, zaměření, počty opakování, počty sérií a tréninků)     | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>142-143.</b> |
| Cvičení na strojích a s volnými zátěžemi ve věku 10-12 let (typy cviků, zaměření, počty opakování, počty sérií a tréninků) | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>147-148.</b> |
| Cvičení na strojích a s volnými zátěžemi ve věku 13-15 let (typy cviků, zaměření, počty opakování, počty sérií a tréninků) | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>155-157.</b> |
| Cvičení s malými činkami   | PERIČ, T.: <i>Sportovní příprava dětí</i> . Grada Publishing : Praha, 2004. ISBN 80-247-0683-0. s. <b>173-174</b>  |
| Cvičení s malými činkami v předpubertě   | BOMPA, T., O. <i>Total training for young champions</i> . Champaign: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0212-X. s. <b>115-116.</b>                          |
| Cvičení s volnými zátěžemi   | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>44-69.</b>   |
| Cvičení na strojích  | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. <b>71-91</b>    |

#### Příloha 4

| Cvičení   | Literatura, strana  |
|---|---|
| Silově-koordinální cvičení s velkými míči             | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 86-89.   |
| Silově-koordinální cvičení s obručemi                 | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 90-92.   |
| Silově-koordinální cvičení se švihadly                | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 93-95.   |
| Silově-koordinální cvičení s expandery                | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 101-103.   |
| Cvičení s expandery a míči                            | FAIGENBAUM, A., D., WESTCOTT W., L. <i>Strength and Power for Young Athletes</i> . Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0218-9 s. 93-118 |
| Silově-koordinální cvičení na nářadí                  | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 66-81.   |
| Silově-koordinální cvičení na kladině a švédské bedně | KRIŠTOFIČ, J., <i>Pohybová příprava dětí</i> , Praha : Grada, 2006. ISBN 80-247-1636-4. s. 95-100.  |