

Materiály využívané pro korzoterapii

Kateřina Stratilová

Bakalářská práce
2024

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kateřina Stratilová**
Osobní číslo: **T21904**
Studijní program: **B0711A130009 Materiály a technologie**
Specializace: **Biomateriály a kosmetika**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Materiály využívané pro korzoterapii**

Zásady pro vypracování

Deformita páteře neboli skolióza patří k nejčastějším ortopedickým onemocněním. K účinné léčbě se často využívají ortopedické pomůcky jako ortézy, či korzety. Ty jsou pacientem noseny neustále a dlouhodobě. Proto je velmi důležité přizpůsobit korzet pacientovi na míru. Návrh a výroba přizpůsobené ortézy na skoliózu je složitý proces. Rešeršní bakalářská práce bude zaměřena na popis anatomie páteře a bederní oblasti, popis skoliózy a její typy. Následně se zaměří na korzoterapii s, kde popíše typy korzetů a především využívané materiály a různé postupy výroby. Závěrem budou shrnuty výhody a nevýhody dosavadních přístupů.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] Sosna, A., Vavřík, P., Krbec, M., & Pokorný, D. (2001). Základy ortopedie. Triton.
- [2] Negrini, S., Aulisa, A. G., Cerny, P., de Mauroy, J. C., McAviney, J., Mills, A., ... & Smith, B. G. (2022). The classification of scoliosis braces developed by SOSORT with SRS, ISPO, and POSNA and approved by ESPRM. *European Spine Journal*, 31(4), 980-989.
- [3] Ronca, A., Abbate, V., Redaelli, D. F., Storm, F. A., Cesaro, G., De Capitani, C., ... & Ambrosio, L. (2022). A Comparative Study for Material Selection in 3D Printing of Scoliosis Back Brace. *Materials*, 15(16), 5724.
- [4] Nathan, P., Chou, S. M., & Liu, G. (2022). A review on different methods of scoliosis brace fabrication. *Prosthetics and Orthotics International*, 10-1097.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Zdenka Vichová, Ph.D.**
Centrum polymerních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Lucie Urbánková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORKY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studentky: Kateřina Stratilová

.....
podpis studentky

ABSTRAKT

Skolióza v současné době patří mezi velmi časté degenerativní onemocnění páteře. S diagnózou zakřivení páteře nastává i její léčba, kdy často dochází ke korekci křivky pomocí trupových ortéz. Tato bakalářská práce popisuje typy skolióz a možnosti její léčby. Také se zabývá hlavně zpracováním trupových ortéz a jejich výrobou za účelem korekce deformit páteře pomocí korzoterapie. Práce pojednává o způsobu výroby korzetů a soustředí se i na materiály, které se využívají pro jejich výrobu.

Klíčová slova: skolióza, trupová ortéza, výroba korzetu

ABSTRACT

Scoliosis is nowadays one of the most common degenerative diseases of the spine. With the diagnosis of spinal curvature comes its treatment, which often involves correcting the curve with a trunk brace. This bachelor thesis describes different types of scoliosis and their treatment options. It also focuses on the fabrication of trunk braces to correct spinal deformities using corset therapy. The thesis discusses the method of making corsets and the materials in their manufacture.

Keywords: scoliosis, torso brace, brace production

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Zdence Víchové, Ph.D. za vstřícný přístup, rady a odborné vedení.

Dále bych chtěla poděkovat především mé rodině a příteli za projevenou podporu při psaní mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ANATOMIE PÁTEŘE	11
1.1 ZAKŘIVENÍ PÁTEŘE	12
1.2 SVALY	12
2 SKOLIÓZA PÁTEŘE	17
2.1 KLASIFIKACE SKOLIÓZ	18
2.1.1 Členění skolióz dle výskytu deformity	18
2.1.2 Členění skolióz dle velikosti zakřivení	18
2.2 TYPY SKOLIÓZ.....	19
2.2.1 Idiopatická skolióza	19
2.2.2 Kongenitální skolióza.....	19
2.2.3 Skolióza při neurofibromatóze	20
2.2.4 Neuromuskulární skolióza	20
2.2.5 Skoliózy sekundární	20
2.2.6 Posturální skolióza	20
2.2.7 Hysterická skolióza	21
2.3 VYŠETŘOVACÍ METODY SKOLIÓZ	21
2.3.1 Klinické vyšetřovací metody.....	21
2.3.2 Zobrazovací vyšetřovací metody	23
3 LÉČBA SKOLIÓZY	26
3.1 REHABILITAČNÍ PÉČE	26
3.2 LÉČBA KORZETEM	26
3.2.1 Výroba korzetu.....	27
3.3 LÉČBA OPERAČNÍ	28
4 MATERIÁLY VYUŽÍVANÉ PRO KORZOTERAPII.....	30
4.1 POLYETHYLEN.....	30
4.1.1 Historie polyethylenu	31
4.1.2 Nízko hustotní polyethylen	31
4.1.3 Vysoko hustotní polyethylen.....	31
4.1.4 Zpracování polyethylenu pro výrobu trupové ortézy	33
4.2 POLYPROPYLEN.....	33
4.2.1 Historie polypropylenu.....	34
4.2.2 Izotaktický polypropylen	34
4.2.3 Syndiotaktický polypropylen	34
4.2.4 Ataktický polypropylen.....	35
4.3 POLYURETANOVÁ PĚNA	35
4.3.1 Historie PUR pěny	35

4.4	PLASTAZOT	35
4.4.1	Historie plastazotu.....	35
5	PROBLEMATIKA VÝROBY A MATERIÁLŮ.....	36
	ZÁVĚR	38
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ	46

ÚVOD

Skolióza se řadí mezi ortopedické onemocnění, kdy dochází k zakřivení páteře. Toto onemocnění postihuje přibližně až 3 % populace. Nejčastěji se vyskytuje u dětí ve věku 10–16 let a může vést k závažným zdravotním problémům, včetně bolestí zad, dýchacích potíží a srdečních chorob. Ačkoliv se tato deformita projevuje v různých stupních závažnosti, tak je přes to schopna ovlivnit nejen fyzické, ale i psychické zdraví pacienta. Základním pilířem v diagnostice a léčbě skoliózy je její včasná diagnóza a následná prognóza. Pro stanovení diagnózy je nutné znát anatomii lidské páteře, proto úvodní část bakalářské práce pojednává právě o této problematice.

Existuje mnoho různých typů léčby skoliózy, včetně konzervativní a operační. Konzervativní léčba zahrnuje cvičení, nošení trupových ortéz a fyzioterapii. Operační léčba se obvykle doporučuje u pacientů s těžkou skoliózou, která nereaguje na konzervativní léčbu a dále progreduje. Mezi jednu z terapeutických možností léčby patří již vzpomínaná léčba korzetem. Ten slouží k nápravě deformity a stabilizaci páteře v požadované poloze. Tento typ léčby nazývaný se korzoterapie je druhem fyzioterapie, který zahrnuje nošení speciální trupové ortézy. Tato bakalářská práce se zabývá analýzou účinnosti korzetové terapie, včetně jejího vlivu na průběh skoliózy. Následně pojednává o procesu výroby korzetů, včetně používaných technik a zejména materiálů využívaných při jejich výrobě. Mezi nejběžněji používané materiály patří polyethylen a polypropylen. Tyto polymery zajišťují korzetu pevnost a odolnost. Cílem bylo poukázat na výhody a nevýhody materiálů, které se využívají ke zhotovení trupových ortéz.

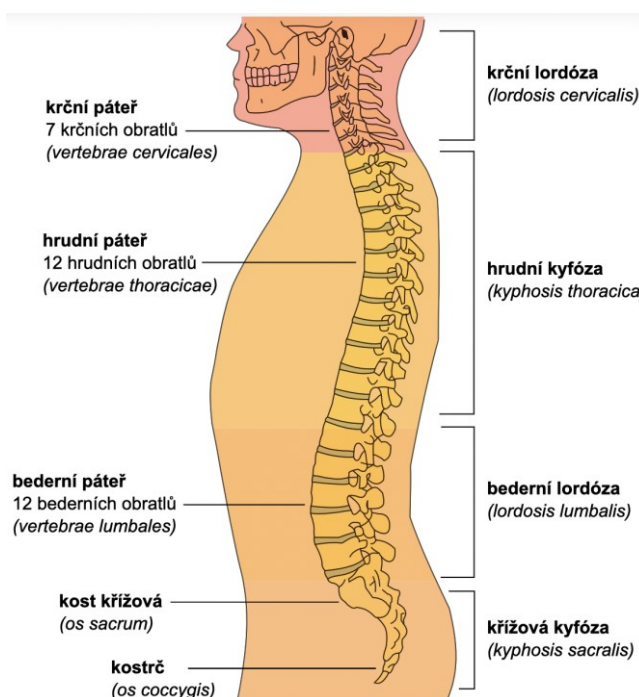
Analýza dostupné literatury nám poskytne hlubší vhled do této problematiky a přispěje k dalšímu porozumění tohoto onemocnění a zejména efektivních terapeutických přístupů, včetně využití korzetů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE PÁTEŘE

Páteř, jako základní nosná struktura, je velmi důležitá pro stavbu těla a pro pohyb hlavy a trupu. Tvoří osovou kostru člověka, která sahá od lebky až po pánev. Skládá se z 33 obratlů, které jsou složeny z těla obratle, oblouku a výběžků. Páteř má 3 funkce a to **nosnou**, co znamená, že poskytuje hlavní oporu lidskému tělu. Další funkcí je funkce **pohybová**, která umožňuje člověku stát vzpřímeně, ohýbat se, různě se kroutit a naklánět do boku. Poslední je funkce **ochranná**, kdy páteř chrání míchu před jejím poškozením, která bývají mnohdy fatální. Pokud dojde k porušení míchy, tak je ve většině případech takové poranění nevratné. Před tímto mechanickým poškozením míchu chrání obratle. Mezi obratly se nachází meziobratlové ploténky, které tlumí nárazy a také chrání mozek před otřesy. Součástí obratlů je červená kostní dřev, ve které dochází k tvorbě krevních buněk. (Čihák, 2011)

Páteř se skládá z pěti základních oddílů (Obrázek 1). A to z **krční** páteře, která se skládá ze sedmi krčních obratlů. Dále **hrudní** páteře, ta je složena ze dvanácti hrudních obratlů. Z pěti bederních obratlů je složena páteř **bederní**. Kost **křížová** je dána pěti srostlými křížovými obratly a **kostrč** se skládá ze tří až pěti srostlých kostrčních obratlů. Tyto obratle mají různou velikost. Bederní obratle jsou větší a také stabilnější, jelikož nesou větší váhu. Naopak krční obratle jsou o poznání menší. (Grim, 2001)



Obrázek 1 – Pět hlavních oddílů a čtyři typy zakřivení páteře.

Velkou roli pro zachování zdravé páteře hrají svaly, šlachy, vazy, kosti a také citlivé nervy. Hlavní funkcí páteře je ochrana nervových struktur, podílí se na udržení rovnováhy těla a tvoří pohybovou osu lidského těla.

1.1 Zakřivení páteře

Páteř dospělého člověka má přirozené zakřivení, a to jak v rovině sagitální, tak v rovině frontální. V sagitální rovině je prohnutá do písmene S, kdy je jedna křivka situována v hrudní oblasti a druhá křivka v lumbální nebo thorakolumbální rovině. Křivky se označují následovně, a to krční, bederní, hrudní a křížové (Obrázek 1). (Grim, 2001, Růžičková, 2006)

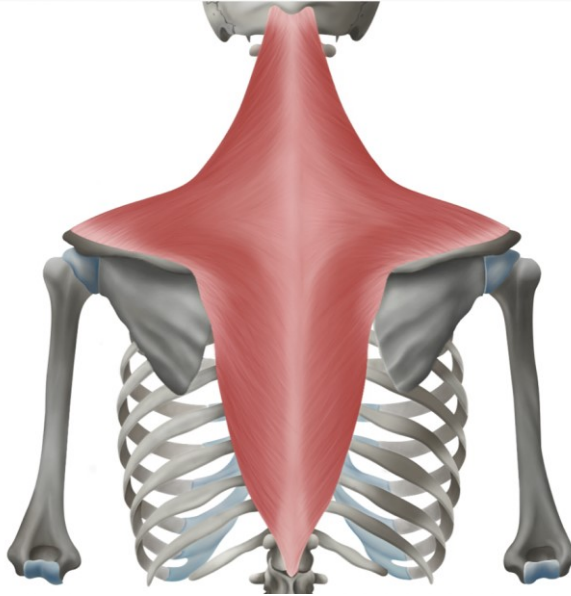
Krční a bederní křivka se nazývá lordóza, kdy je krční a bederní páteř prohnutá mírně dopředu. Naopak hrudní páteř a křížová kost jsou prohnuty mírně dozadu. Takové zakřivení se nazývá kyfóza, a to hrudní kyfóza a křížová kyfóza. Již zmíněné zakřivení páteře jsou pro lidské tělo klíčové, jelikož nám právě tyto křivky umožňují chodit vzpřímeně, napomáhají při udržování rovnováhy a také dokážou tlumit zátěž. Toto přirozené zakřivení páteře je pro člověka naprosto normální a zdravé. (Čihák, 2004)

To ale nelze říci o tzv. deformitách páteře, které již normální nejsou, mohou způsobovat obtíže i značné bolesti zad i končetin. Takové zakřivení páteře je označováno jako skolióza a bude o ní pojednáno v další kapitole.

1.2 Svaly

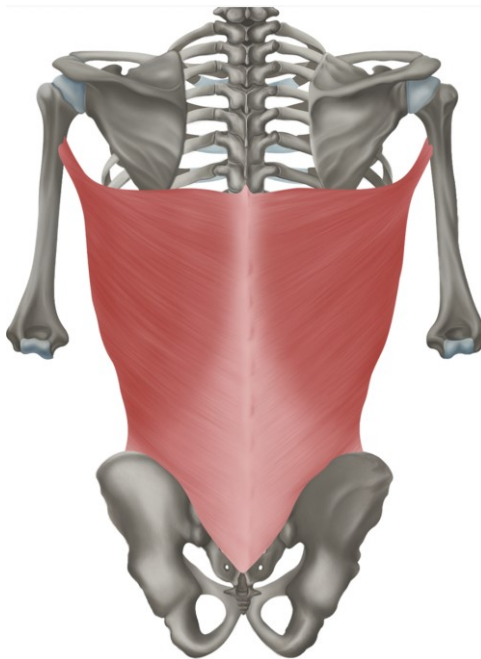
Zádové svalstvo je systém, který se skládá z různých svalových skupin s různými funkcemi. Odehrává klíčový úkol při udržování vzpřímeného držení těla, stability páteře, nebo pohybu trupu a končetin. Tím pádem svaly také do velké míry ovlivňují přirozené zakřivení páteře. Dorzální svaly jsou na páteři ve čtyřech charakteristických vrstvách, a to povrchová, druhá, třetí a hluboká vrstva. U povrchové vrstvy a druhé vrstvy, jdou svaly od páteře po lopatku nebo na humerus. Třetí vrstva svalů se upíná k žebřím a čtvrtá vrstva je označována jako hluboké svalstvo zádové. (Horáčková, 2007)

Povrchová vrstva se skládá z trapézového svalu, který přitahuje lopatku a ze širokého svalu zádového. Trapézový sval se nachází ve vrchní části zad, táhne se od kosti týlní k ramenům až po hrudní páteř (Obrázek 2). Jeho úlohou je přitahování lopatky, otáčení hlavy a natahování krku. (Dylevský, 2011)



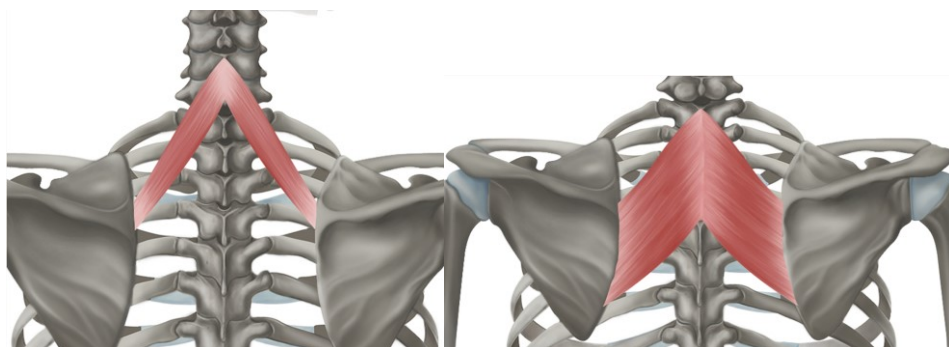
Obrázek 2 – Zobrazení trapézového svalu.

Široký sval zádový se táhne od křížové kosti skrze bedra až po kost ramenní (Obrázek 3). Pomáhá přitahovat paže k trupu a při rotaci zapažovat.



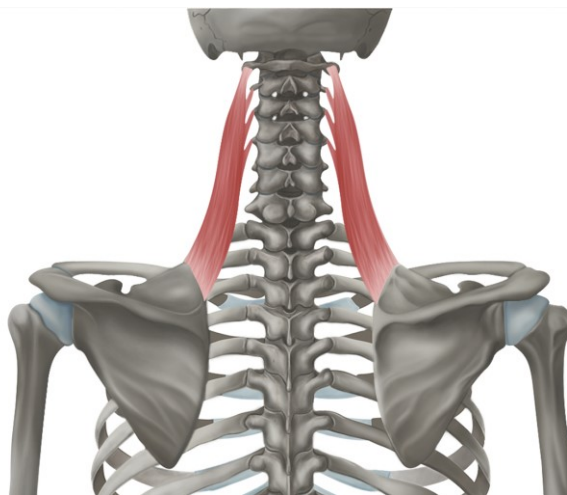
Obrázek 3 – Široký sval zádový.

Druhá vrstva je složena ze svalů rhombických, a to z malého a velkého kosočtvercového svalu, které se táhnou od trnových výběžků, konkrétně od šestého krčního obratle po čtvrtý hrudní obratel (Obrázek 4). Svaly rhombické se upínají na mediální okraj lopatky. Jejich funkcí je stažení lopatky k páteři vzhůru. (Horáčková, 2007)



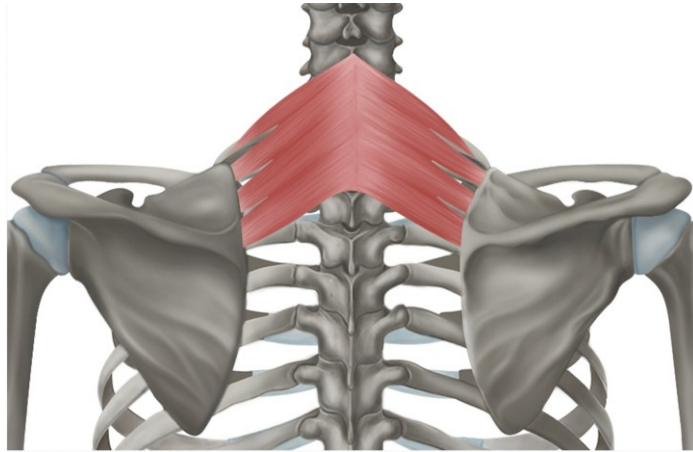
Obrázek 4 – Malý kosočtvercový sval (vlevo) a velký kosočtvercový sval (vpravo).

Dále se zádové svalstvo skládá ze zdvihače lopatky, který se táhne od příčných výběžků krčních obratlů, a to konkrétně od prvního až po čtvrtý krční obratel, a upínají se na horní úhel lopatky (Obrázek 5). Jeho funkcí je zvedat lopatku. (Jarmey, 2022)



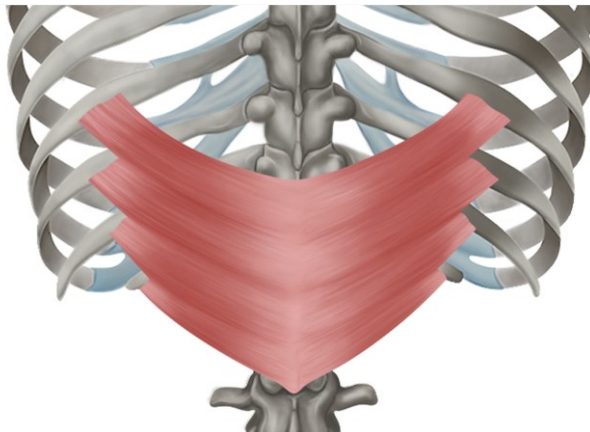
Obrázek 5 – Zdvihač lopatky.

Do třetí skupiny zádových svalů se řadí horní zadní sval pilovitý, který začíná u trnových výběžků šestého krčního obratle po druhý hrudní obratel a upíná se na druhé až páté žebro (Obrázek 6). Jeho hlavní funkcí je zdvihání žeber a jedná se o pomocný vdechový sval. (Dylevský, 2009)



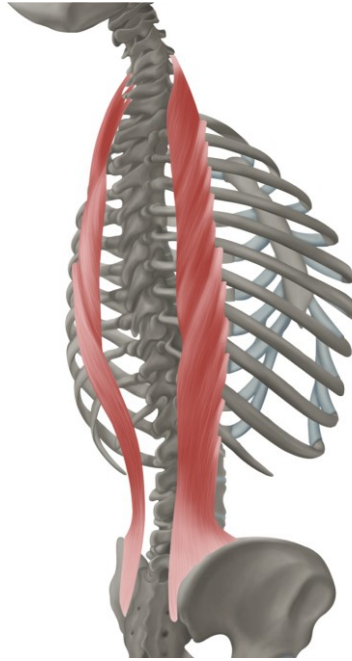
Obrázek 6 – Horní zadní sval pilovitý.

Poté do třetí skupiny patří dolní zadní sval pilovitý, který se táhne od dvanáctého hrudního obratle po druhý bederní obratel a upíná se na čtyři kaudální žebra (Obrázek 7). Fixuje a sklání žebra a jedná se tedy o pomocný sval výdechový. (Jarmey, 2022)



Obrázek 7 – Dolní zadní sval pilovitý.

Vzpřimovače páteře se táhnou od trnových výběžků bederních obratlů přes kost křížovou po hřeben kyčelní kosti (Obrázek 8). Upínají se na příčné výběžky krčních obratlů, hrudních obratlů, bederních obratlů, dále na žebra a spánkovou kost. (Dylevský, 2009)



Obrázek 8 – Vzpřimovače páteře.

Hluboká vrstva je složena ze silného sloupce vlastních zádových svalů, které jsou připojeny k páteři, a jejich akce vzpřimuje trup. (Horáčková, 2007)

2 SKOLIÓZA PÁTEŘE

Skoliózu poprvé popsal Hippocrates, který ve své studii uvedl, že existuje několik druhů zakřivení páteře. Vyskytuje se i u zdravých lidí, jelikož ke skolióze dochází díky přirozené stavbě těla a může vzniknout například vlivem růstu či ve stáří. (Goldberg, 2008)

Je definována jako patologické zakřivení páteře s trojrozměrnou deformitou obratlů. Taková deformita páteře vede ke zdravotním, kosmetickým a mnohdy i psychosociálním škodám nositelů. (Karimi, 2018)

Skoliotická deformita, která je více častá v dětském věku, je závažné postižení páteře. Dokáže ovlivnit pohybový aparát dítěte či dospělého člověka. Působí negativně i na orgánovou soustavu. Orgány těla jsou vlivem deformity páteře utlačovány, a tím dochází k jejich oslabení, a tak ztrácí svou funkci. Na diagnostice a léčbě skoliózy se podílí celá řada medicínských odborností. Ať už speciální pediatrické klinické vyšetření či zobrazovací metody, jako je rentgenové vyšetření nebo třeba rehabilitační péče, korigující či operační léčba. (Repko, 2012)

Skolióza je tvořena dvěma oblouky, kdy jeden z nich vybočuje páteř do jedné strany a druhý oblouk vybočuje páteř do opačné strany tak, aby byla zachována rovnováha. Pokud jsou tyto oblouky výrazné, tak dochází ke zkrácování trupu, které je spojeno s utlačováním orgánů, které jsou uloženy jak v hrudní, tak v břišní dutině. Taková skolióza má mimo jiné i kosmetické vady viditelné pouhým okem, kdy má pacient zkrácený trup, hrb v hrudní oblasti (nejčastěji vystouplá lopatka) a hrb v bederní oblasti. (Růžičková, 2006)

Za skoliózu páteře je považováno zakřivení větší než 10° , které je spojeno s rotací obratlových těl a je doprovázena zakřivením v sagitální rovině. Nejčastěji hypokyfoza či hyperkyfoza nebo lordóza. Skoliotická deformita se může skládat ze všech tří rovin, a to jak frontální, což je zakřivení páteře do strany, tak sagitální i transverzálí (rotace obratlů). (Repko, 2010)

Skolióza se nejčastěji objevuje u pacientů v raném věku, ale i v dospělosti. Zakřivení páteře u dětí může být mnohdy způsobeno rychlým růstem dítěte. Deformita v dětském věku může být poměrně pružná, ale s narůstajícím věkem dochází k zatuhnutí deformity páteře. To může pacientům v dospívajícím či dospělém věku způsobovat značné bolesti, které jsou zapříčiněny degenerativními změnami páteře. Proto je velmi důležitá včasná diagnostika a správně zvolená léčba skoliózy. (Repko, 2012)

2.1 Klasifikace skolióz

Skolióza se klasifikuje podle mnoha faktorů. Dělí se dle tíže křivek, strukturality, orientace křivek, jejich lokalizace, etiologie a podle toho, v kolika letech dojde k diagnóze skoliózy. (Repko, 2010)

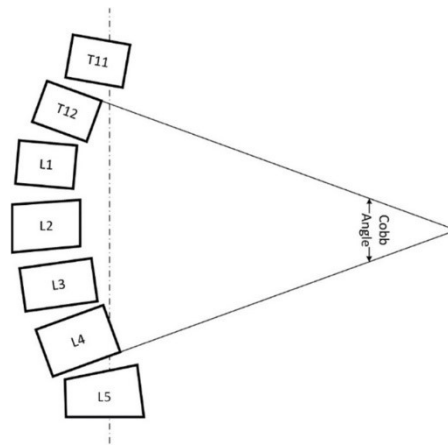
2.1.1 Členění skolióz dle výskytu deformity

Křivky dělíme na **krční** (mezi prvním až šestým krčním obratlem), dále **krčně hrudní** (mezi sedmým krčním obratlem až prvním hrudním obratlem), **hrudní** (mezi druhým až jedenáctým hrudním obratlem), **bederní** (mezi druhým až čtvrtým bederním obratlem) a **bederně křížovou** křivku (mezi pátým bederním obratlem až prvním křížovým obratlem). (Novotná, Kohlíková, 2000)

2.1.2 Členění skolióz dle velikosti zakřivení

Křivka dle Cobbova úhlu od 0° do 10° není považována za skoliózu páteře. Zakřivení od 10° do 20° je pediatry pravidelně sledováno, a to proto, aby nedocházelo k progresi deformity. Při zakřivení od 20° do 40° je zahájena léčba speciálním korzetem. Křivky nad 40° jsou při progresi léčeny operativně. (Sosna, 2001)

Cobbův úhel je úhel, který spolu svírají oba koncové obratle (Obrázek 9). Tento úhel je nejčastěji používanou metodou měření skoliotických deformit. Byl v roce 1966 přijat Společností pro výzkum skoliózy (SRS). Hodnota Cobbova úhlu může být ovlivněna mnoha faktory. Chyba měření může být způsobena buď chybou nástroje pro měření Cobbova úhlu nebo je chyba způsobena kvůli subjektivnímu měření, a to nevhodnou volbou výběru konce obratle. V současné době existují programy pro určení a měření Cobbova úhlu v počítači. V tomto případě nedochází k měření skoliózy za pomoci standardních lékařských postupů, včetně vyšetření pohybového aparátu. Tato metoda se ale tak často nevyužívá, jelikož je příliš nákladná. (Jin, 2022)



Obrázek 9 – Cobbův úhel, který spolu svírají koncové obratle.

2.2 Typy skolióz

Deformitu rozdělujeme na strukturální křivky a nestrukturální křivky. Nestrukturální křivky jsou vedlejší křivky, které nejsou tak závažné jako ty strukturální. Tyto křivky je nutné operativně ošetřit, jelikož vykazují deformitu páteře v rovině frontální, sagitální i transverzální. Dle příčiny vzniku rozdělujeme skoliózu na idiopatickou, kongenitální (vrozenou) či neuromuskulární, dále na skoliózu při neurofibromatóze a na skoliózy sekundární, které se dělí na posturální a hysterickou. (Repko, 2012)

2.2.1 Idiopatická skolióza

Idiopatická skolióza je velmi častý typ deformity páteře. Idiopatickou skoliózou trpí spíše jedinci ženského pohlaví, a to konkrétně dívky v dětském věku. Není známa etiopatogeneze idiopatické skoliózy, a tak mnoho autorů uvádí různé teorie příčiny vzniku této deformity. Velkou roli při vzniku této deformity hraje například velké přetížení páteře a také genetická predispozice nebo třeba poruchy během vývoje obratlů. Dalšími možnými příčinami vzniku jsou traumatické změny či hormonální odchylky. (Vařeka, 2000)

Do idiopatické skoliózy se řadí 3 typy deformity páteře dle věku nástupu skoliózy. Infantilní deformita (do 3 let věku dítěte), juvenilní deformita (mezi 3. – 10. rokem dítěte) a adolescentní deformita (po 10. roce dítěte). (Ivánková, 2013)

2.2.2 Kongenitální skolióza

Kongenitální neboli vrozená skolióza je vrozenou vadou páteře, kdy dochází k anomálnímu vývoji obratlů, což vede k nálezům nekompletních obratlů. Tato vrozená skolióza vyvolává inzult plodu již v embryonálním vývoji, což podmiňuje další vznik vrozených vad. Kongenitální skolióza se neřadí mezi skoliózy vyvolané dědičností. (Arlet, 2003)

Při takové deformitě dochází ke vzniku nesegmentovaných lišt, které zabraňují přirozenému růstu páteře v určitém úseku. Tyto deformity, které jsou založeny na vrozených vývojových vadách pohybového aparátu, se řadí mezi druhou nejčastější příčinou vzniku skoliózy u dětí v raném věku. (Repko, 2010)

Kongenitální skolióza se řadí mezi těžké deformity, které se obtížně zjišťují, proto jsou nutná preventivní vyšetření, aby došlo ke včasné diagnóze. (Novotná, Koblíková, 2000)

2.2.3 Skolióza při neurofibromatóze

Skolióza při neurofibromatóze se řadí mezi vrozené skoliózy. Jedná se o skoliózu, která je dána několika charakteristickými znaky, a to konkrétně přítomností kostní dysplazie. Dochází k zaklínění a rotaci obratlů nebo třeba ke hřebenovitosti obratlových těl či ke změnám žeber. U této skoliózy dochází k rychlé progresi křivky a k výskytu neurologických deficitů. Dalším charakteristickým znakem u této deformity je výskyt bílých skvrn na kůži jedince. Skolióza při neurofibromatóze se většinou neléčí za pomoci trupové ortézy, jelikož je léčba za pomoci korzetu neúčinná, a proto je vyžadována operační léčba, která je ale velmi náročná. (Neifert, 2022)

2.2.4 Neuromuskulární skolióza

Neuromuskulární skolióza postihuje centrální nebo periferní motorický neuron nebo vyvolává myopatické onemocnění. (Vialle, 2013)

Konkrétně vzniká poškozením horního motorického neuronu (nejčastější deformity u dětské mozkové obrny) či dolního motorického neuronu (u pacientů s míšní svalovou atrofií) či se jedná o primárně myogenní postižení u pacientů s Duchennovou svalovou dystrofií. Jedná se o velmi komplikovanou deformitu páteře. (Repko, 2010)

2.2.5 Skoliózy sekundární

Jsou to skoliózy, které se mohou vyskytnout v okolí páteře, kde proběhne zánět. Mezi zánětlivé nemoci, které jsou schopny způsobit sekundární skoliózu, se řadí například tuberkulóza, Marfanův syndrom nebo mnohočetná epifyzární dysplázie. Tato sekundární skolióza může vzniknout i po úrazech. (Janíček, 2007)

2.2.6 Posturální skolióza

Posturální skolióza se obvykle objevuje u pacientů ve věku mezi 5. – 10. rokem. Tato skolióza nemá tendenci progredovat a po dosažení dospělosti často vymizí úplně. Při

klinickém vyšetření pacienta se zjišťuje, zda dochází k rotaci a odchylce od osy páteře v hrudní a bederní oblasti. (Sosna, 2001)

2.2.7 Hysterická skolióza

Skolióza hysterická je velmi vzácná a může se ojediněle objevovat převážně u dívek v prepubertálním věku. V dnešní době se pojem hysterická skolióza již neobjevuje a je považována za jednu z raně módních onemocnění adolescentní psychiatrie kolem roku 1900. Jedná se o diagnózu zavedenou ve střední Evropě, kdy byly popsány případy skoliózy způsobené psychosomatickým stavem pacienta. Při tomto typu sice docházelo k abnormálnímu držení těla, ale to bylo způsobeno čistě psychologickými problémy. (Suwa, 2023)

2.3 Vyšetřovací metody skolióz

Základním předpokladem úspěšné léčby skoliózy je ideálně její včasná diagnostika. Proto je při bolestech páteře, a to především v bederní oblasti, nutné vyhledat lékaře, u kterého proběhne vyšetření páteře. Základní vyšetřovací metody při diagnostice skoliózy jsou klinické a zobrazovací.

2.3.1 Klinické vyšetřovací metody

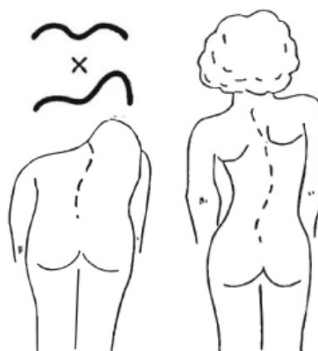
Do klinického vyšetření skoliózy se řadí několik metod. Nejprve je ale nutné se zajímat o osobní a rodinnou anamnézu pacienta. Důležitý je věk postiženého z důvodu výrazné progresy deformity v období rychlého růstu. Klíčovou roli hraje stupeň pohlavního vývoje u dítěte a počátek menses u dívek. (Repko, 2010)

Klinické vyšetření pacienta spočívá především ve sledování viditelného zakřivení páteře. Takové vyšetření se skládá z několika testů, které jsou blíže popsány v následujících kapitolách.

2.3.1.1 Adamsův test

Tento test slouží k rozlišení skoliózy od skoliotického držení těla. V průběhu testu dochází k hodnocení tvaru páteře, způsobu předklonu a velikosti žeberní prominence. Adamsův test probíhá v několika krocích, a to v hlubokém předklonu, kdy musí zůstat obě dolní končetiny u sebe, extendovaná kolena a horní končetiny jsou v průběhu předklonu svěšeny volně dolů (Obrázek 10). (Popko, 2018)

Tímto testem jsme schopni vyvodit dva závěry. Pokud změny v zakřivení páteře v průběhu předklánění vymizí, tak se jedná o funkční posturální skoliózu. Naopak pokud se jedná o deformitu páteře, kde je zakřivení fixováno v každé poloze předklonu, tak jde o strukturální skoliózu, kde dochází k rotaci obratlů. Takovou skoliózu je nutné léčit. (Koudelková, 2019)



Obrázek 10 – Klinické vyšetření skoliózy – Adamsův test předklonu (vlevo) a výsledek testu strukturální skoliózy (hrudní pravostranná skolióza).

2.3.1.2 Statické vyšetření

Toto vyšetření je nejčastěji používanou klinickou metodou, která se využívá k vyšetření poruch pohybového aparátu. Toto vyšetření se vykonává pohledem z přední strany, ze zadní strany a z boku pacienta. Když dochází k měření pohledem zepředu, tak se lékař zejména zaměřuje na osové postavení hlavy, postavení ramen (zda je jedno rameno postaveno výše oproti druhému), dále ortoped sleduje reliéf krku a postavení klíčních kostí, symetrii hrudníku a thorakobrachiální trojúhelníky, dále souměrnost pánve a tvar klenby nohy podélné i příčné. Pohledem zezadu se měří vychýlení páteře, symetrie thorakobrachiálních trojúhelníků, osa dolních končetin, symetrie ramen a reliéf krku či postavení a symetrie lopatek. Jako poslední se hodnotí pohledem z boku, a to zejména držení hlavy. U skoliózy často dochází k předsunu hlavy s vystrčením brady. Dále se hodnotí, zda odstávají lopatky, postavení ramen, tvar hrudní a bederní páteře. Poté je nutná kontrola tvaru břicha a dolních končetin. (Haladová, 2003)

2.3.1.3 Dynamické vyšetření

Při dynamickém vyšetření dochází k hodnocení deformity pohledem zezadu, zepředu a z boku. Pohledem zezadu se sleduje páteř a její zakřivení při pozvolném předklánění pacienta. Také dochází ke kontrole symetrie paravertebrálních valů a symetrie hrudníku.

Vyšetření probíhá v předklonu, kdy by křivka páteře měla vytvářet plynulý oblouk. Pacientovi dolní končetiny musí být pevně spjaty s podložkou, na které vyšetření probíhá. V průběhu předklánění nesmí docházet k rotaci trupu. Pohledem zepředu dochází k hodnocení souměrnosti pohybů žeber při dýchání. Při pohledu z boku je lékař schopen posoudit, zda páteř tvoří při předklonu plynulý oblouk. (Růžičková, 2006)

2.3.1.4 Vyšetření skoliometrem

Skoliometr se využívá při kontrolním vyšetření pacienta, který trpí skoliózou. Toto vyšetření spočívá v pozvolném předklánění pacienta, které umožňuje měření nerovností trupu nebo úhlu otáčení. Pokud je výsledná hodnota rovna 7° kdekoliv na páteři, tak se jedná o pozitivní výsledek. V takovém případě je nutné podstoupit další lékařská vyšetření. Naopak pokud je hodnota pod 7° , tak se jedná o mírný typ skoliózy, kterou je nutno po 3 – 6 měsících opět zkontrolovat a přeměřit. (Koudelková, 2019)

2.3.2 Zobrazovací vyšetřovací metody

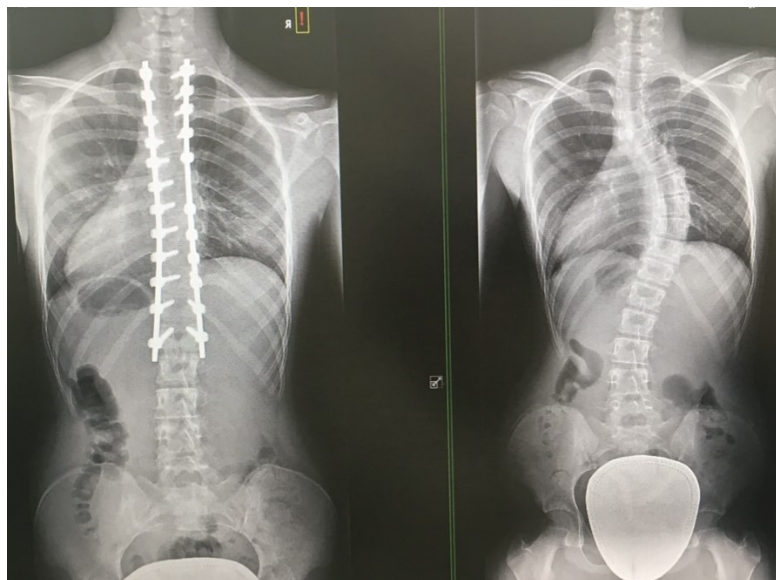
Existuje několik různých typů vyšetřovacích technik umožňujících diagnostiku skoliózy pomocí zobrazovacích analýz. Tyto metody nám umožňují získat vizuální informace o kostře lidského těla. Jednotlivé metody se liší principem, fungováním, rozlišením, či rozsahem použití. Níže budou popsány ty nejčastěji používané při diagnostice skolióz.

2.3.2.1 Rentgenové snímky

Nezákladnější metodou vyšetření deformity páteře je rentgenové vyšetření (RTG). Při léčbě skoliózy jsou velmi významné snímky v podobě dlouhých formátů, kdy dochází k zachycení celé páteře od hlavy až k pánvi a kyčlím. Takové RTG vyšetření se provádí v předozadní a boční projekci, které jsou zhotovené ve stoje (Obrázek 11). Pokud pacient trpí neuromuskulárním deficitem, tak není možné postiženého vyšetřit ve stoje. RTG snímky se tedy zhotovují vleže nebo vsedě. Snímky, které jsou pořízeny vleže, bývají často zkreslené, a tak je lepší tyto snímky zhotovit spíše vsedě. (Repko, 2012)

Po takových snímcích se dělají úklonové RTG snímky. Ty se zhotovují aktivní flexí pacienta, nebo lépe s pasivním tlakem na vrchol křivky a pomocným tahem za trup. U těžkých křivek se takové snímky doplňují o tahový snímek v předozadní projekci. Tento tah je realizován Glisonskou kličkou za bradu a týl v jednom směru a v opačném směru zkříženými pásovými popruhy s tahem za pánev o celkovém tahu 200 N. Ať už úklonové snímky, tak tahové snímky jsou velmi významné pro předoperační plánování. Pokud jsou

křivky vícečetné, tak tyto snímky napomáhají určit hlavní křivku. Tíže křivek je určena za pomoci Cobbova úhlu, který zachycuje velikost skoliotické křivky ve stupních na RTG snímku, na předozadních a bočních projekcích. (Repko, 2007)



Obrázek 11 – RTG snímek esovité skoliotické idiopatické křivky před operací (vpravo) a po operační léčbě (vlevo).

2.3.2.2 Vyšetření počítačovou tomografií

K měření rotace obratlových těl se využívá vyšetření počítačovou tomografií (CT) (Obrázek 12). CT je radiologická metoda, která k zobrazení využívá rentgenových paprsků. Princip metody spočívá v obíhání zařízení složeného z rentgenky a detektorů po kruhové ose pacienta. Rotace obratlového těla se měří vůči podložce. Toto CT vyšetření je velmi užitečné u vícečetných křivek, kdy napomáhá stanovit hlavní a vedlejší křivku, což je významné pro předoperační plánování. (Krbec, 2008)



Obrázek 12 – Zobrazení rotace obratlů pomocí CT vyšetření.

2.3.2.3 Vyšetření magnetickou rezonancí

Další zobrazovací metodou je vyšetření magnetickou rezonancí (MRI). Jedná se o metodu, která využívá měření změn magnetických momentů atomových jader vodíku. Je to velmi citlivá metoda umožňující zobrazení morfologie kloubů a kostí. (Koval, 2020)

Vyšetření MRI je schopno ukázat poměr v páteřním kanálu a informuje o útlacích v páteřním kanálu (Obrázek 13). (Repko, 2007)



Obrázek 13 – Zobrazení poměru a útlaků v páteřním kanálu.

3 LÉČBA SKOLIÓZY

Po stanovení diagnózy skoliózy je velmi důležité začít co nejrychleji s její léčbou. Léčba bývá dlouhodobá a vyžaduje si velkou trpělivost. Při dobře nastavené a dodržované léčbě je zachovaná zdravá páteř a také je zlepšena kvalita života pacienta. Samozřejmě, i tady platí, že čím je diagnóza dříve stanovená, tím rychleji se dostaví účinek léčby. Léčba skoliózy závisí na typu křivky, tíže křivky či věku pacienta. (Repko, 2012)

V rámci léčby skoliózy se uplatňuje rehabilitační péče, léčba korzetem a operační léčba v případě těžké progredující křivky. Rehabilitační péče je zahájena hned po nález skoliózy v raném stádiu, pokud má křivka, popřípadě křivky, tendenci dále progredovat, je zahájena léčba za pomoci speciální trupové ortézy. Pokud ani v tomto případě nedojde k zastavení progresu a nápravě křivky, tak je nutná operační léčba.

3.1 Rehabilitační péče

Rehabilitace jsou velmi důležité při léčbě deformit páteře. Rehabilitační péče zahrnuje nápravu vadného držení těla, zpevnění zádového svalstva a zlepšení funkčního stavu pohybového aparátu. Dochází k posílení oslabených svalových skupin pacienta a také k dechovým cvičením. (Repko, 2012)

Rehabilitační péče při léčbě deformit páteře není schopna, při vážnějším zakřivení, zcela napravit deformitu, proto je nutné včas indikovat diagnózu a poté započít rehabilitaci. (Štumbauerová, 2022)

3.2 Léčba korzetem

Léčba korzetem je započata, pokud křivka i nadále po rehabilitační péči progreduje. Korzet je indikován nejčastěji v období rychlého růstu dítěte až po počátek puberty nebo zastavení růstu pacienta. Pacienti korzet nosí nejčastěji 23 hodin denně, kdy je zbývající hodina určena pro rehabilitační cvičení, hygienu a ošetřování kůže pod korzetem. Korzet není doporučován nosit na běžný kus oblečení, ale na bezešvá bavlněná trička. Tato trička jsou speciálně navržena tak, aby nedocházelo k otlakům a ke zvýšenému pocení.

Trupová ortéza je navržena pro každého pacienta individuálně. Nejdříve dochází k sádrovému odlitku trupu nebo k naskenování trupu pacienta, poté dojde ke zhotovení korzetu, který je vyráběn z plastu. Do vnitřní strany ortézy se vkládají a upevňují měkké vrstvy (pěnové výstelky), které zapříčiňují vybočení určité části trupu (například lopatky),

do strany. Dojde tedy k vytlačení zakřivené části těla na opačnou stranu, a tím dochází k částečnému, nikdy ne úplnému, vyrovnání páteře.

Korzety jsou založeny na principu trojbodové fixace. Ortéza ovlivňuje deformitu páteře jak osově (tahově), tak bočně (tlakově). (Repko, 2012)

3.2.1 Výroba korzetu

Před samotnou výrobou trupové ortézy je nutné pacientovi zhotovit sken trupu. Trup pacienta je skenován na rotačním zařízení. Proband se musí svléknout do spodního prádla, aby mohlo dojít ke správnému naskenování. Pacient si stoupne na rotační podstavu a horními končetinami se přichytí k tyčím, které jsou umístěny po stranách podstavy. Pacient musí stát vzpřímeně, dívat se před sebe, musí mít zastrčenou bradu a nesmí se příliš hýbat. Následně se spustí rotace podstavy. Pacient je následně skenován tabletem za pomoci programu pro skenování trupu. Tento sken je nutné provést i shora tak, aby byla zřetelná ramena pacienta, jelikož jedno rameno může být v nižším postavení vůči tělu a druhé naopak ve vyšším postavení. Program následně tento sken přešle do aplikace pro další úpravu v počítači, kde dojde ke korekci křivek. Po korekci dojde k vytvoření modelu pomocí polyuretanové pěny (PUR pěna), což je tvrdá pěna, která má uzavřené póry. Je náchylná na ultrafialové záření (UV) a vyrábí se v otevřených nebo uzavřených formách. Jakmile je model trupu z PUR pěny vyroben, tak dojde k jeho upevnění do stojanu, který je obstarán vývěvou s vakuem, jelikož je k vytvrzení modelu s nataženým termoplastem nutný podtlak. Na PUR pěnu se připevní výstelky z plastazotu nebo poretenu do míst otlaku, tedy do pásového valu. Před natažením termoplastu na model trupu je nutné na PUR pěnu nanést za pomoci rozprašovače roztok vody s detergentem, aby nedošlo k přitavení termoplastu k podkladu. Následně je plast nutno zahřát na určitou teplotu v peci tak, aby došlo ke změkčení termoplastu za účelem lepšího zpracování. Poté dojde k natažení plastu za horka na model trupu z PUR pěny a dojde k vytvarování dle modelu. Následně je nutné zapnout vakuum, aby došlo k odsátí vzduchu mezi plastem a modelem. Po vychladnutí termoplastu je nutné zaměřit otvory, které je nutno vyhloubit, pro umístění řemíků, ať už kovových nebo na suchý zip. Dále se do korzetu vyřežou expanzní prostory, aby mělo tělo kam uhýbat. V neposlední řadě se musí vyvrtat díry do termoplastu, což zajistí alespoň částečnou prodyšnost materiálu. Tyto otvory nesmí být v oblastech, kde dochází k tlaku na křivky. V této fázi může dojít k odřezání korzetu za pomoci oscilační pily s kotoučem. Takto surový korzet se sejme z modelu trupu a je dále upravován. Aby nebyl korzet ostrý, tak se za pomoci škrabáku začistí ostré hrany korzetu, aby nedošlo k poranění pacienta. Rotačním záhlubníkem se

zahradí již zmiňované otvory, aby nebyly příliš ostré, a zároveň dojde k odstranění otřepů, což je velmi důležité proto, aby se v otvorech nezachytávaly nečistoty. Následně se do místa tlaku přilepí výstelky z plastazotu nebo poreteny tak, aby došlo k tlačení na křivku a její následné korekci. Poté se na korzet připevní řemínky ze suchého zipu. Trupová ortéza se následně zkouší přímo na pacientovi. U první zkoušky se zjistí nedostatky korzetu a na základě toho dojde k následné úpravě dle potřeby. Před finální zkouškou korzetu se vymění řemínky na suchý zip za řemínky z kovu a kůže.

3.3 Léčba operační

Operace nastává, když skoliotická deformita začne progredovat nad 40 stupňů. Pokud má pacient ukončený růstový vývoj a u dívek je zahájen menses, pak dojde k operační korekci zakřivení. Skolióza je velmi dobře napravitelná v dětském věku, kdy může dojít k téměř úplnému napravení křivky. Pokud se operační léčba indikuje u pacientů v dospělém věku, tak často není možné napravení křivky ani o polovinu. Křivky v dospělosti se dále strukturalizují a vznikají degenerativní změny. Proto je korekce výrazně omezena a často není ani možná. (Repko, 2012)

V rámci předoperačního vyšetření je nutno provést celkové vyšetření krve, a to zejména krevní obraz, biochemii, koagulační faktory a krevní skupinu. Jelikož může dojít v průběhu operace ke komplikacím, které mohou zapříčinit ztrátu krve, proto je nutné u pacienta znát krevní skupinu pro případné poskytnutí transfuze. Dále je nutno u pacienta provést vyšetření moči, vyšetření srdce, plic, rentgenové vyšetření a elektrokardiografii (EKG). Následně se provede vyšetření u neurologa a anesteziologa, který schválí celkovou anestezii. (Repko, 2010)

Ke korekci křivky se používají titanové tyče a šrouby. Titanové tyče se ukotví po stranách páteře a následně jsou zafixovány pomocí šroubů. Pokud se u pacienta vyskytuje rotace obratlových těl, tak je nutná i tato korekce. Bohužel někdy dochází ke tříštění obratlů. V průběhu operace dochází k monitorování stavu nervového systému a vodivosti míchy. Po dokončení operace je pacient převezen na jednotku intenzivní péče (JIP), kde standardně stráví 3 dny. Den po operaci je pacientovi zhotoven kontrolní RTG snímek. V průběhu rekonvalescence na JIP je pacient postupně uváděn do sedu. Pokud nedojde k žádným komplikacím a pokud je pacient schopen chůze, tak dojde k přeložení na standardní lůžkový pokoj, kde stráví přibližně dalších 10–14 dní. Nyní již pacient může pomalu rehabilitovat

a může se podrobit kontrolnímu vyšetření, jako například vyšetření kapacity plic. Po operaci mohou mít někteří pacienti nastolen i pooperační korzetový režim.

V průběhu operace může dojít k různým komplikacím, a to k peroperačním a pooperačním komplikacím. K peroperačním komplikacím řadíme riziko poranění nervových struktur, lokální krvácení, krevní ztráty, poškození kostních struktur a přímé orgánové postižení. Časné pooperační komplikace se projevují ve formě povrchových či hlubokých infekcí. Pozdní komplikace souvisejí s chronickým infektem, selháním vnitřní instrumentace a vzniku pakloubu. (Repko, 2010)

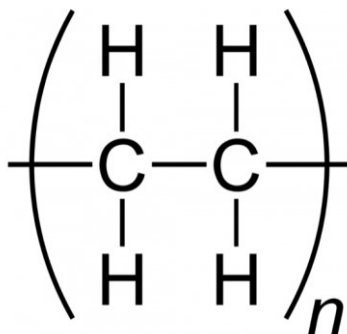
4 MATERIÁLY VYUŽÍVANÉ PRO KORZOTERAPII

Při výběru materiálu na výrobu korzetu je třeba dbát ohled na konkrétní typ korzetu, jaký účel má korzet splňovat, závažnosti skoliózy a také na individuální potřeby pacienta. Pro výrobu trupových ortéz se používají především termoplastické polymery, jako polyethylen a polypropylen. Tyto polymery se využívají zejména pro svou vysokou odolnost, pevnost a v neposlední řadě z důvodu své dostupnosti.

4.1 Polyethylen

Polyethylen (PE) je plast, který se nejčastěji vyrábí z plynného ethylenu (Obrázek 14). PE lze vyrábět pomocí různých výrobních procesů a mohou tvořit širokou škálu homopolymerů a kopolymerů ethylenu. Tím, že je možné vyrábět PE tolika způsoby, tak lze pryskyřice různě přizpůsobovat z hlediska jejich budoucího využití. Před výrobou či použitím PE je nutno specifikovat, zda se jedná o nízko hustotní, vysoko hustotní, lineární nízko hustotní či polární kopolymer ethylenu. Dalšími důležitými parametry jsou indexy tání, jaký katalyzátor byl k výrobě použit, hustota, molekulová hmotnost, složení a výrobní proces. Hustota nám udává krystalinitu výrobku, ta je schopna ovlivnit jak tuhost, tak vlastnosti výrobků, které budou následně zpracovány z PE pryskyřic. Naopak index tání je schopen určit molekulovou hmotnost PE, a zároveň i schopnost zpracování pryskyřice. (Vasile, 2005)

PE se vyrábí adiční polymerací ethylenu. Výrobou ethylenu za vysokého tlaku a teploty dojde ke vzniku nízko hustotního polyethylenu (LDPE). Naopak vysoko hustotní polyethylen se vyrábí polymerační reakcí za nízkého tlaku a teploty přibližně 60 °C, kdy vznikne lineární řetězec. (Patel, 2016)



Obrázek 14 – Chemický vzorec polyethylenu.

4.1.1 Historie polyethylenu

Díky společnosti Imperial Chemical Company (ICI) byl v roce 1933 objeven LDPE. Tento PE byl objeven náhodou, a to při výzkumu reakcí ethylenu za působení vysokých teplot a tlaků. Společnost ICI pro výrobu LDPE postavila zařízení, které využívalo autokláv. Po čase byl jinou společností vyroben trubkový reaktor, který byl dokonalejší a byl schopen dosáhnout vysokých výrobních časů. Později v roce 1953 byl vyvinut Carlem Zieglerem katalyzátor, známým jako Ziegler-Natta (Z-N), kterým je možné vyrábět PE za nízkých teplot a tlaků. V současnosti se na výrobu LDPE používá jak autokláv, tak trubkový reaktor. Následně byl objeven vysoko hustotní polyethylen (HDPE) společností Philips Petroleum. Hogan a Banks využitím katalyzátoru na bázi oxidu křemičitého a hlinitého syntetizovali HDPE za nízkých tlaků. V neposlední řadě byl vyroben lineární nízko hustotní polyethylen v roce 1978, tento PE byl zhotoven využitím Z-N katalyzátoru. Velmi podstatným objevem byly PE pryskyřice. Ty byly katalyzovány metallocenem. Jejich objevením došlo ke vzniku dalších druhů polyethylenů, které budou popsány níže. (Vasile, 2005)

4.1.2 Nízko hustotní polyethylen

LDPE se vyznačuje skvělou biokompatibilitou v interakci s lidským tělem a používá se jako implantační materiál. Pro výrobu LDPE se využívá monomer ethylenu, což je bezbarvý plyn, který je charakteristický svým nasládlým zápachem. Tento PE se získává krakováním nafty nebo ethanu za vysokých teplot, a to okolo 850 °C. LDPE je odolný vůči bobtnání a po krátkou dobu je rezistentní teplotám okolo 95 °C. Vzniká polymerací volných radikálů a probíhá za použití peroxidu a za velmi vysokého tlaku a teploty. Struktura LDPE obsahuje jak dlouhé, tak krátké řetězce v poměru asi 10 větví s krátkým řetězcem ke každé větvi s dlouhým řetězcem. LDPE je ve srovnání s vysoko hustotním polyethylenem více porézní a méně tuhý a ohebný. (Elhrari, 2018)

4.1.3 Vysoko hustotní polyethylen

HDPE je tuhý, pevný, tvrdý, dobře zpracovatelný a je odolný vůči teplotám do -60 °C. Polyethylenová pryskyřice s vysokou hustotou je zároveň pružná a chemicky odolná vůči korozi a má podobu průsvitného až voskovitého materiálu. HDPE pryskyřice, které se využívají pro výrobu trubek, jsou tepelně houževnaté a odolné vůči praskání pod napětím. HDPE má čtyřikrát vyšší pevnost v tahu než LDPE. Zároveň tento polyethylen splňuje požadavky Úřadu pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) a Amerického ministerstva zemědělství (USDA) pro použití v potravinářství, jelikož se z něj vyrábí potravinové sáčky

či pytle využívané pro odpadní materiál. Není tedy toxický. HDPE s velmi nízkým koeficientem tření vytvoří materiál, který je schopen odolávat odírání či poškrábání. Vysoko hustotní polymer je velmi odolný termoplast. Na vlastnosti HDPE nemá působení vody či vlhkosti žádný negativní vliv. Pokud je materiál nutno použít pro vodné prostředí, tak je velmi dobrou volbou, jelikož jej lze použít jak ve sladké, tak i ve slané vodě. Negativum HDPE je náchylnost ke zvýšené deformaci, jelikož se vykazuje vyšším stupněm krystalinity. Na rozdíl od LDPE ztrácí svou pevnost při nižších teplotách. HDPE je vhodný pro výrobu trupových ortéz, a to díky své odolnosti, pevnosti a dostupnosti. Nejčastěji se používá PE deska v bílé barvě a určité tloušťce, nejčastěji 3 mm, 4 mm nebo 5 mm. Tento typ PE je tepelně tvarovatelný při nahřátí v peci na teplotu okolo 175 °C. (Vasile, 2005)

4.1.3.1 Bimodální HDPE a Unival HDPE

Bimodální vysoko hustotní polyethylen (Borstar HF 6081) je určen pro výrobu optických vláken do kabelových svazků. Tento typ PE je možné použít v náročných provozních podmínkách, jelikož je odolný vůči UV záření a povětrnostním podmínkám.

Unival HDPE je schopen odolávat vzniku trhlin, je tuhý a pevný. Využívá se pro výrobu láhví, sudů či průmyslových nádob, které se využívají k plnění různých roztoků, které jsou určeny pro domácnost, jako čisticí prostředky. Dále se využívá pro výrobu nádob na plnění kosmetických přípravků či potravinářských výrobků. (Wypych, 2012)

4.1.3.2 Lineární nízko hustotní polyethylen

Lineární nízko hustotní polyethylen (LLDPE) má více postranních řetězců než LDPE. Tyto řetězce jsou ale relativně krátké. LLDPE má na rozdíl od LDPE lepší pevnost a tuhost, je odolný vůči protržení a má nízkou teplotní houževnatost. Tento PE se využívá pro výrobu fólií pro potravinářské účely, lamináty, sudy či pro výrobu různých typů nádrží. LLDPE se vyrábí v suspenzi, plynné fázi, roztoku, vysokotlakou konverzí nebo za pomoci rotačního lisování. V současné době se často vyrábí polymerací ethyleny za použití vyšších alfa-olefinů, jako je 4-methylpentan-1, hexan nebo okten. Tímto dochází k výrobě PE, který má podobnou hustotu jako LDPE, zatímco má podobu lineárního HDPE. Tuflin LLDPE se často označuje jako pracovní kůň. Tento PE je využíván k výrobě potravinářských či průmyslových fólií. Tyto fólie jsou velmi pevné v tahu, odolné vůči natahování či roztržení a propíchnutí. Lze je tepelně uzavírat, jsou tuhé a vykazují houževnatost. Pryskyřice Tuflin se používá jako příměs do jiných PE materiálů, které potřebují zlepšit vlastnosti, jako je pevnost či odolnost vůči deformaci. (Vasile, 2005)

4.1.4 Zpracování polyethylenu pro výrobu trupové ortézy

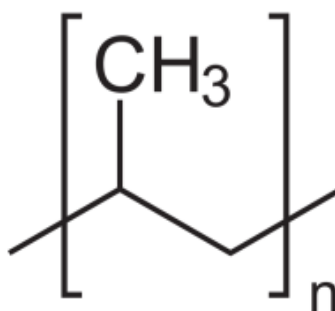
Pro léčbu skoliózy pomocí trupových ortéz, čili korzetů, se nejčastěji využívá již zmíněný PE, případně polypropylen. Surový materiál v podobě desek se nahřeje v peci na teplotu zpracování, v tomto případě na teplotu okolo 180 °C. Materiál ale nesmí být roztavený, jinak by nemohlo dojít k jeho tvarování. Po vyjmutí z pece se změkklý PE nanese na model trupu. Tento proces musí proběhnout relativně rychle, jelikož PE na vzduchu poměrně rychle tuhne. Po obalení modelu PE je nutné odsát vzduch, čímž dojde k přisátí PE na model, a tak dojde k přesnému vytvarování a zkopírování tvaru trupového modelu. Po vychladnutí materiálu se PE odřeže pomocí oscilační pily s kotoučem a takto surový korzet se sejme z modelu trupu pacienta. Následně dojde k vyztužení korzetu výstelkami tam, kde má dojít k tlaku na křivku.

Pro výrobu korzetů se využívá tloušťka materiálu 3 mm, 4 mm nebo 5 mm. Tloušťka závisí na věku, hmotnosti a zdravotním stavu pacienta. Pokud je pacient mírně obézní až obézní, tak se používá silnější PE. Pokud je ale pacientem malé dítě nebo pacient trpí postižením, tak se používá tenký PE, aby pro pacienty korzet nebyl až tak velkou překážkou a aby se v něm mohli snadněji pohybovat.

4.2 Polypropylen

Polypropylen (PP) je tvrdý, tuhý, lehký lineární polymer, který má krystalickou strukturu, vysokou teplotu tání a nízkou hustotu (Obrázek 15). Není vhodný pro použití při nízkých teplotách od 0 °C. Při pokojové teplotě má ideální mechanické, tepelné i fyzikální vlastnosti. PP je průhledný, odolný, recyklovatelný a levný termoplastický polymer. Vykazuje se dlouhou životností a je odolný vůči olejům či organickým rozpouštědlům. (Maddah, 2016)

Propylen je monomerní jednotkou pro výrobu polypropylenu. Používá se k výrobě různých chemických derivátů a uplatňuje se v petrochemickém průmyslu. Propylen se získává pomocí krakování nafty, rafinací benzínu a dehydrogenací propanu. Pokud je potřeba zlepšit vlastnosti PP, tak je možné použít různá plniva, která zkvalitní a zlepší požadované vlastnosti PP. Mezi speciální druhy PP řadíme elastomerem modifikovaný PP, plněný PP, PP s přítomností skleněných vláken, nehořlavý PP a termoplastické elastomery. Za pomoci větvení lineárních Z–N polypropylenů vznikne materiál, který je tepelně odolný, pevný v tahu a tuhý. PP se skleněnými vlákny má velmi dobré mechanické vlastnosti a používá se jako syntetická výztuž. (Doğan, 2012)



Obrázek 15 – Chemický vzorec polypropylenu.

4.2.1 Historie polypropylenu

PP byl poprvé uveden do podvědomí v roce 1869, kdy ho poprvé vyrobil Marcellin Berthelot, který provedl polymeraci propylenu za vzniku PP. Jeho pokus o výrobu PP se ale příliš nezdařil, jelikož touto polymerací vznikla sraženina, která byla nepříjemně lepkavá, tím materiál ztratil svou funkci a byl nepoužitelný. Téměř o století později Karl Rehn a Giulio Natta v roce 1954 vyrobili izotaktický PP. Netrvalo dlouho a došlo k jeho komercializaci. Poté došlo chemikem Natta k výrobě syndiotaktického PP. (Geyer, 2020)

4.2.2 Izotaktický polypropylen

Izotaktický polypropylen má skupinu metylu na jedné straně polymeru, a proto je nejvíce stabilní. Jeho struktura neumožňuje PP, aby krystalizoval v klikatém směru, ale aby krystalizoval do tvaru šroubovice. Tento PP se řadí do skupiny polymorfních materiálů a krystalizuje do následujících struktur. V monoklinické krystalické mřížce krystalizuje forma α , což je primární forma PP. Do hexagonální krystalické mřížky krystalizuje β forma, která je méně uspořádaná oproti předešlé formě. V důsledku působení vysokého tlaku vzniká γ forma, která krystalizuje v orthorombické krystalické mřížce. Sférolitickou strukturu tvoří lamely, které vznikají v přítomnosti nukleačních činidel. Izotaktické PP se nejčastěji vyrábí pomocí Z–N katalyzátoru. (Nam, 2015)

4.2.3 Syndiotaktický polypropylen

U syndiotaktického polypropylenu dochází ke střídání methylových skupin na obou stranách polymeru. Tento typ PP má skvělé mechanické vlastnosti, a to zejména elastomerní chování, vysokou teplotu skelného přechodu a vykazuje vysokou krystalinitu. Fyzikální vlastnosti lze upravovat pomocí katalyzátorů a závisí na podmínkách polymerace. (Derosa, 2006)

4.2.4 Ataktický polypropylen

Ataktický polypropylen je charakteristický svým nepravidelným uspořádáním methylových skupin. Tento druh PP se obvykle nepoužívá jako konstrukční materiál samostatně, a to kvůli jeho slabým mechanickým vlastnostem. Slouží jako tmel, využívá se jako izolační materiál pro automobily, či jako přísada do bitumenu. (Nam, 2015)

4.3 Polyuretanová pěna

Polyuretan (PUR) vzniká pomocí exotermické reakce mezi hydroxylovou skupinou polyolu s izokyanátem. PUR je v dnešní době velmi využívaný polymer, který tvoří největší celosvětovou spotřebu ve formě PUR pěny, které jsou buď pružné nebo tuhé. PUR pěny nachází všestranné využití, a to jak v průmyslu, domácnosti, tak i v medicíně. PUR pěny se vyrábí polymerací, kdy dochází k reakci již zmíněným polyolem a izokyanátem. Současně s touto reakcí probíhá i expanze izokyanátu s vodou. (Gama, 2018)

4.3.1 Historie PUR pěny

V roce 1849 byl Wurtzem nasyntetizován první uretan. Následně Bayer roku 1937 syntetizoval polyuretan pomocí polyadice polyesterového diolu a diizokyanátu za vzniku polymeru, který byl v té době považován za nepoužitelný. (Gama, 2018)

4.4 Plastazot

Plastazot je zesíťovaná pěna PE, která je velmi lehká, netoxická, levná a odolná. Plastazot se vyrábí v různých velikostech, barvách a šířkách, hladký nebo porézní. (Hertzman, 1973)

Používá se pro výrobu ortéz, ať už trupových nebo končetinových. Plastazotem se většinou vystýlá vnitřní část ortézy nebo korzetu. U trupových ortéz dochází k použití plastazotu na peloty a výztuhy, které jsou určeny do míst tlaku.

4.4.1 Historie plastazotu

Poprvé byl plastazot použitý pro léčbu vředů na dolních končetinách. Byl určen pro pacienty, kteří se léčili s těžkou cukrovkou nebo leprou a vznikaly jim na nohou bolestivé vředy, které se po použití plastazotu zahojily. Následně byl materiál používán i na jiná místa postižená bolestivými deformitami na dolních končetinách. Později bylo zjištěno, že došlo k hojení ran v důsledku uspokojivé redistribuce tlaků pod chodidlem pacienta v mimořádně zatížené končetině. (Minns, 1984)

5 PROBLEMATIKA VÝROBY A MATERIÁLŮ

Ačkoli je korzoterapie velmi přínosná a slibná metoda pro léčbu skoliózy, jak to bývá zvykem, má také své nedokonalosti. Při studování materiálů pro výrobu skoliózy jako takových, bych poukázala na nedostatky a problémy, které tyto materiály představují pro pacienty.

Jak již bylo zmíněno, ortézy určené pro léčbu skoliózy, se vyrábějí z různých materiálů a v mnoha případech je nutné je nosit po celý den. V tomto případě by neměla být opomíjená jejich estetická stránka, která je taktéž velice podstatná, a to především z psychologického hlediska pacienta, zvláště pro děti a dospívající.

Co se týká samotného materiálu, je nutné zvážit několik různých faktorů, jako je například stavba těla pacienta, tělesná hmotnost, postižení a jiné. Jelikož je PE či PP pevný a odolný, je nutné zvolit pro každého pacienta individuální tloušťku tohoto materiálu. Pro jedince, který trpí obezitou nebo se vykazuje zvýšenou muskulaturou, je nutné zvolit silnější tloušťku materiálu. Zatímco pro pacienta, který trpí zdravotním postižením, ať už pohybovým nebo duševním, je nutné zvolit tenký polymer, a to hned z několika důvodů. Pokud pacient trpí duševním postižením a je nutné jej léčit korzoterapií, tak je zapotřebí zvážit se zákonným zástupcem nebo s ošetřovatelem, jeho pocity a chování, když se pacient ocitne v nepříjemné situaci. Nošení korzetu je zpočátku velmi nepříjemné, jelikož tlačí na křivky, které jsou zdeformované, za účelem jejich korekce. Pokud je tedy takový pacient citlivý, tak je nutné zvolit tenký PE, případně PP. Jestliže pacient trpí jak duševním, tak pohybovým postižením, tak je zapotřebí opět zvolit tenký PE nebo PP. Například pokud jedinec trpí svalovou dystrofií a je nutná alespoň stabilizace páteřní křivky, jelikož v takových případech bohužel spíše nedochází ke korekcím deformit páteře, tak je zapotřebí zvolit tenký materiál. Je nutné brát ohled i na medikaci pacienta. Pakliže pacient užívá léky, které potlačují pocení, tak je nutné v korzetu zhotovit více odvětrávacích děr. Pokud by tak nebylo učiněno, mohlo by dojít k přehřátí pacienta a následnému kolapsu organismu. Materiály, jako PE či PP jsou neprodyšné polymery a i pacient, který netrpí zdravotním postižením, se v něm při běžném nošení potí. Z toho důvodu by bylo vhodné zhotovit například porézní PE nebo PP. Výroba takového polymeru by mohla spočívat ve výrobě porézní formy ke zhotovení porézního materiálu. Velká pozornost by musela být věnována na zachování pevnosti materiálu. Jelikož je materiál dále nahříván v peci na požadovanou teplotu a natahován na model trupu pacienta z PUR pěny, tak by bylo obtížné, možná až nemožné zachovat poréznost materiálu při

tradičních metodách přípravy korzetů. Proto je snaha o vyvinutí nových metod vhodných k přípravě takového materiálu.

Jelikož v současné době dochází k pokroku ve výrobních technologiích, tak je nezbytné se zajímat o výrobu korzetů z hlediska třídimenzionálního tisku pevných objektů z digitálního souboru (3D). Pokusy o výrobu korzetu za pomoci 3D technologie již byly provedeny. Bohužel se zatím výroba trupových ortéz již zmíněnou technologií neosvědčila, a to hned z několika důvodů. Jedním z nich je dlouhá výroba korzetu. Tím, že je každý korzet originální, přímo navržený pro každého pacienta zvlášť, tak je jeho výroba velmi zdlouhavá. Při výrobě pomocí 3D tisku je nutné, aby byla při výrobě přítomna alespoň jedna odpovědná osoba. Naopak výhodu vidím v tom, že by bylo možné za pomoci 3D tisku zhotovit poréznější materiál, který by neztratil svou pevnost při následné manipulaci.

ZÁVĚR

Skolióza je poměrně často se vyskytující nemoc, která může vzniknout v jakémkoliv věku. Jedná se o chorobu, která zasahuje lidstvo od nepaměti. Nejstarší zmínka o skolióze sahá až do roku 400 př.n.l, kdy ji v Řecku popsal Hippocrates. I přesto je problematika skoliózy dodnes velmi náročná a pojí se s ní mnoho nejasností. Proto se tato bakalářská práce zaměřila právě na problematiku skoliózy, a to především s ohledem na způsob léčby.

Skolióza je definována deformitou trupu, která má vliv nejen na fyzické zdraví pacienta, ale taktéž je to velká psychická zátěž pro jedince, a s tím související zařazení do společenského života. Proto je velmi důležitá, při jakémkoliv podezření, okamžitá návštěva lékaře. Zde pacient podstoupí různé vyšetřovací metody, a to jak klinické, tak zobrazovací. Při klinickém vyšetření se sleduje viditelné zakřivení páteře a mezi zobrazovací metody patří rentgenové vyšetření, počítačová tomografie, či magnetická rezonance.

Po stanovení diagnózy, přichází na řadu nastavení správné léčby. Ta zahrnuje rehabilitaci, nošení korzetů a jako poslední řešení nastává operační zákrok. Výroba vhodného korzetu na skoliózu je velice důležitý proces, jelikož díky němu je možné se vyhnout operaci. Důležitá je jak správná volba materiálu použitého k samotné výrobě, tak zvolený technologický postup. Jako nejvhodnější materiály pro výrobu korzetů se jeví polyethylen a polypropylen. Důležitou vlastností je pevnost materiálů, ale také jeho porozita kvůli nepropustnosti par, která může způsobovat nadměrné pocení a následně podráždit pokožku. Při výběru správného materiálu je nutno dbát na potřeby jednotlivce. Individuální přístup k pacientům trpících skoliózou zde hraje zásadní roli. V neposlední řadě se nesmí opomíjet ani psychická stránka jedince a jeho komfort.

Závěrem bych ještě jednou shrnula, že nejdůležitější jako i při jiných nemocech, je časná diagnóza, proto netřeba zanedbávat prevenci. A taktéž je důležité správné držení těla a pravidelné cvičení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA, c2001. *Základy anatomie*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7262-112-2.

ČIHÁK, Radomír, 2004. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED, ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada. ISBN 80-7169-970-5.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Funkční anatomie*. Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.

GOLDBERG, Caroline J., David P. MOORE, Esmond E. FOGARTY a Frank E. DOWLING, 2008. Scoliosis: a review. *Pediatric Surgery International* [online]. **24**(2), 129-144 [cit. 2024-05-16]. ISSN 0179-0358. Dostupné z: doi:10.1007/s00383-007-2016-5

KARIMI, MohammadTaghi a Timon RABCZUK, 2018. Scoliosis conservative treatment: A review of literature. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine* [online]. **9**(1), 3 [cit. 2024-05-13]. ISSN 0974-8237. Dostupné z: doi:10.4103/jcvjs.JCVJS_39_17

NOVOTNÁ, Hana a Eva KOHLÍKOVÁ, 2000. *Děti s diagnózou skolióza: ve školní a mimoškolní tělesné výchově*. Praha: Olympia. ISBN 80-7033-671-4.

SOSNA, Antonín, 2001. *Základy ortopedie*. Praha: Triton. ISBN 80-7254-202-8.

REPKO, Martin, Martin KRBEC, Andrea ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, Richard CHALOUPKA a Jiří NEUBAUER. Zobrazovací metody při vyšetření skoliotických deformit páteře. *Česká Radiologie*. Praha: Galén, 2007, roč. 61, č. 1, s. 74-79. ISSN 1210-7883.

ČERMÁKOVÁ, Michaela, 2013. *Korzetoterapie u pacientů se skoliózou*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

JANÍČEK, Pavel, 2007, c2001. *Ortopedie*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-4429-6.

KORČÁKOVÁ, Veronika. *Problematika skoliózy*. Bakalářská práce, vedoucí Pelková, Jana. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta humanitních studií, Ústav ošetřovatelství, 2013. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/21011>.

REPKO, Martin, 2010. Skolióza – komplexní diagnostické a terapeutické postupy. *Pediatric pro praxi*[online]. 218-222 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2010/04/02.pdf>

REPKO, Martin, 2012. Diagnostika a terapie skolióz. *Medicína pro praxi* [online]. 70-73 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/02/08.pdf>

ČIHÁK, Radomír, 2011. *Anatomie I*. 3. upravené a doplněné vydání. Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.

NAM, Byung-Kook; PARK, O. Ok a KIM, Sung-Chul. Properties of isotactic polypropylene/atactic polypropylene blends. Online. *Macromolecular Research*. 2015, roč. 23, č. 9, s. 809-813. ISSN 1598-5032. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13233-015-3106-1>. [cit. 2024-04-25].

KRBEC, Martin, Martin REPKO a Jarmila SKOTÁKOVÁ. Měření rotace vrcholových obratlů skoliotických deformit páteře CT metodou. *Česká radiologie*. 2008, 62(2), 198-202. ISSN 1210-7883.

GEYER, Roland, 2020. A Brief History of Plastics. In: STREIT-BIANCHI, Marilena, Margarita CIMADEVILA a Wolfgang TRETNAK, ed. *Mare Plasticum - The Plastic Sea* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 31-47 [cit. 2024-04-25]. ISBN 978-3-030-38944-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-38945-1_2

HORÁČKOVÁ, Ladislava, 2007. *Anatomie pro antropology I - Pohybový systém*. Cerm. ISBN 978-80-7204-558-7.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2011. *Základy funkční anatomie člověka*. Poznání. ISBN 978-80-87419-06-9.

JARMEY, Chris, 2022. *Atlas svalů - anatomie*. 2. aktualizované vydání. CPress. ISBN 978-80-264-4443-5.

HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ, 1997. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-237-X.

POPKO, Janusz, 2018. *SCOLIOSIS: REVIEW OF DIAGNOSIS AND TREATMENT* [online]. In: . s. 31-35 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: doi:10.19260/PJAS.2018.4.1.06

KOUDELKOVÁ, Michaela, 2019. *Srovnání tradičních a moderních vyšetřovacích metod u pacientů se skoliózou* [online]. Plzeň [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://otik.zcu.cz/handle/11025/38653>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.

ELHRARI, Wael. The Influence of LDPE Content on the Mechanical Properties of HDPE/LDPE Blends. Online. *Research & Development in Material Science*. 2018, roč. 7, č. 5. ISSN 25768840. Dostupné z: <https://doi.org/10.31031/RDMS.2018.07.000672>. [cit. 2024-04-01].

PATEL, Rajen M., 2016. 2 – Polyethylene. In: *Multilayer Flexible Packaging* [online]. Elsevier, s. 17-34 [cit. 2024-04-01]. ISBN 9780323371001. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-37100-1.00002-8

ŠTUMBAUEROVÁ, Karolína, 2022. *Terapie neuromuskulárních skolióz*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Šafářová, Marcela.

VAŘEKA, Ivan, 2000. Skolióza ve fyzioterapeutické praxi. *Fyzioterapie*. (1), 2-3.

ARLET, V., Th. ODENT a M. AEBI, 2003. Congenital scoliosis. *European Spine Journal* [online]. **12**(5), 456-463 [cit. 2024-05-16]. ISSN 0940-6719. Dostupné z: doi:10.1007/s00586-003-0555-6

VIALLE, R., C. THÉVENIN-LEMOINE a P. MARY, 2013. Neuromuscular scoliosis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* [online]. **99**(1), S124-S139 [cit. 2024-05-16]. ISSN 18770568. Dostupné z: doi:10.1016/j.otsr.2012.11.002

NEIFERT, Sean N., Hammad A. KHAN, David B. KURLAND, et al., 2022. Management and surgical outcomes of dystrophic scoliosis in neurofibromatosis type 1: a systematic review. *Neurosurgical Focus* [online]. **52**(5), 1-2 [cit. 2024-05-16]. ISSN 1092-0684. Dostupné z: doi:10.3171/2022.2.FOCUS21790

RŮŽIČKOVÁ, Kateřina, 2006. *Problematika skoliózy*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií.

HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ, 2003. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 2. nezm. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 80-7013-393-7.

XIA, Xianping; CAI, Shuizhou a XIE, Changsheng. Preparation, structure and thermal stability of Cu/LDPE nanocomposites. Online. *Materials Chemistry and Physics*. 2006, roč. 95, č. 1, s. 122-129. ISSN 02540584. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2005.05.010>. [cit. 2024-04-01].

DAS, Sankar a KUMAR, Arvind. PP and LDPE polymer composite materials blend: A review. Online. *Materials Today: Proceedings*. 2023, roč. 81, s. 511-514. ISSN 22147853. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.695>. [cit. 2024-04-01].

ČERNÝ, Pavel. Konzervativní léčba skolióz pomocí trupových ortéz. *Umění Fyzioterapie*, 2021, 6.12: 63-77.

IŠTVANOVIĆ, Jana. *Možnosti přípravy PUR pěny modifikované anorganickými nanočásticemi*. Vedoucí Kalendová, Alena. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav inženýrství polymerů, 2010. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/13183>.

PRUIJS, J. E. H.; HAGEMAN, M. A. P. E.; KEESSEN, W.; VAN DER MEER, R. a VAN WIERINGEN, J. C. Variation in Cobb angle measurements in scoliosis. Online. *Skeletal Radiology*. 1994, roč. 23, č. 7, s. 517-520. ISSN 0364-2348. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF00223081>. [cit. 2024-04-02].

JIN, Chen; WANG, Shengru; YANG, Guodong; LI, En a LIANG, Zize. A Review of the Methods on Cobb Angle Measurements for Spinal Curvature. Online. *Sensors*. 2022, roč. 22, č. 9. ISSN 1424-8220. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s22093258>. [cit. 2024-04-02].

BROWNE, Denis. Congenital postural scoliosis. 1956.

IVÁNKOVÁ, Zuzana. *Ortotické vybavení idiopatické skoliózy*. Bakalářská práce, vedoucí Černý, Pavel. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Fyzioterapie, 2013.

DEROSA, C a AURIEMMA, F. Structure and physical properties of syndiotactic polypropylene: A highly crystalline thermoplastic elastomer. Online. *Progress in Polymer Science*. 2006, roč. 31, č. 2, s. 145-237. ISSN 00796700. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2005.11.002>. [cit. 2024-04-03].

VIDRMAN, Ondřej. *Lehčený Polypropylen*. Bakalářská práce, vedoucí Navrátilová, Jana. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav inženýrství polymerů, 2016. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/39095>.

MINNS, R.J. a CRAXFORD, A.D. Physical properties of cross-linked polyethylene foam (Plastazote) under clinical conditions. Online. *Journal of Biomechanics*. 1984, roč. 17, č. 10, s. 709-712. ISSN 00219290. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(84\)90101-5](https://doi.org/10.1016/0021-9290(84)90101-5). [cit. 2024-04-03].

VASILE, Cornelia a Mihaela PASCU, 2005. *Practical Guide to Polyethylene*. Rapra Technology. ISBN 1-85957-493-9.

GAMA, Nuno, Artur FERREIRA a Ana BARROS-TIMMONS, 2018. Polyurethane Foams: Past, Present, and Future. *Materials* [online]. **11**(10), 1-3 [cit. 2024-04-25]. ISSN 1996-1944. Dostupné z: doi:10.3390/ma11101841

HERTZMAN, Carl A., 1973. USE OF PLASTAZOTE™ IN FOOT DISABILITIES. *Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 289 [cit. 2024-04-25]. ISSN 0894-9115. Dostupné z: <https://journals.lww.com/ajpmr/citation/1973/12000>

MADDAH, Hisham A., 2016. Polypropylene as a Promising Plastic. *American Journal of Polymer Science*[online]. **2016**, 1-5 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: doi:10.5923/j.ajps.20160601.01

WYPYCH, George, 2012. *Handbook of Polymers*. ChemTec Publishing. ISBN 978-1-895198-47-8.

DVOŘÁČEK, Martin. Korzetoterapie při léčbě idiopatické skoliózy Online. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd. 2015. Dostupné z: <https://theses.cz/id/v6qk33/>. [cit. 2024-04-03].

Illu vertebral column.svg. Online. In: Wikimedia Commons. 2020. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97322815>. [cit. 2024-04-25].

Schematic of Cobb angle measurement. Online. In: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/9/3258>. 2022. Dostupné z: [10.3390/s22093258](https://www.mdpi.com/1424-8220/22/9/3258). [cit. 2024-04-02].

Metody vyšetření skoliózy - 2. část: hrudní pravostranná skolióza. Online. In: Fyzioterapie. 2014. Dostupné z: <https://fyzioterapie.utvs.cvut.cz/document/show/id/278/>. [cit. 2024-04-25].

Metody vyšetření skoliózy - 2. část: test předklonu (Adamův test). Online. In: Fyzioterapie. 2014. Dostupné z: <https://fyzioterapie.utvs.cvut.cz/document/show/id/278/>. [cit. 2024-04-25].

KOVAL, Artur, 2020. *Sekvence při zobrazování MR*. Olomouc. Bakalářská práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI.

KEENAN, Bethany E; IZATT, Maree T; ASKIN, Geoffrey N; LABROM, Robert D; PEARCY, Mark J et al. *Supine to standing Cobb angle change in idiopathic scoliosis: the effect of endplate pre-selection*. Online. In: *Scoliosis*. 2014. ISSN 1748-7161. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1748-7161-9-16>. [cit. 2024-04-03].

ADAMI, Giovanni; ROSSINI, Maurizio; GATTI, Davide; ORSOLINI, Giovanni; IDOLAZZI, Luca et al. *Hajdu Cheney Syndrome; report of a novel NOTCH2 mutation and treatment with denosumab*. Online. In: *Bone*. 2016, s. 150-156. ISSN 87563282. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.08.025>. [cit. 2024-04-03].

Polyethylen. Online. In: *OrgPad*. Dostupné z: https://orgpad.com/o/C6ENUkmFpFLLyP0X_m-R--. [cit. 2024-04-03].

DOĞAN, Fatih (ed.). *POLYPROPYLENE*. Online. Rijeka, Croatia: InTech, 2012. ISBN 978-953-51-0636-4. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/236737926_Rheological_Behaviour_of_Polypropylene_Through_Extrusion_and_Capillary_Rheometry. [cit. 2024-04-03].

Svaly, 2021. In: *MUNI* [online]. [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/2020podzim/anatomie_sport/web/pages/06_svaly.html

TORO, Giuseppe, Claudia SANTORO, Daniele AMBROSIO, et al., 2021. Natural History of Scoliosis in Children with NF1: An Observation Study. *Healthcare* [online]. **9**(7) [cit. 2024-05-07]. ISSN 2227-9032. Dostupné z: doi:10.3390/healthcare9070881

D'AMICO, Silvia, Piero PAVONE, Gianluca TESTA, Filippo GRECO, Lidia MARINO, Pierluigi SMILARI a Vito PAVONE, 2020. Secondary Scoliosis as a Complication of Acute Transverse Myelitis in a Child. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* [online]. **5**(2) [cit. 2024-05-07]. ISSN 2411-5142. Dostupné z: doi:10.3390/jfmk5020039

SUWA, Beato, 2023. Die historische Differenzialdiagnose der ‚hysterischen Skoliose‘. *Die Orthopädie* [online]. **52**(12), 1005-1010 [cit. 2024-05-07]. ISSN 2731-7145. Dostupné z: doi:10.1007/s00132-023-04414-1

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CT	Vyšetření počítačovou tomografií
CNS	Centrální nervová soustava
EKG	Elektrokardiografie
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv
HDPE	Vysoko hustotní polyethylen
ICI	Imperial Chemical Company
JIP	Jednotka intenzivní péče
LDPE	Nízko hustotní polyethylen
LLDPE	Lineární nízko hustotní polyethylen
MRI	Vyšetření magnetickou rezonancí
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PUR	Polyuretan
RTG	Rentgenové vyšetření
SRS	Společnost pro výzkum skoliózy
USDA	Americké ministerstvo zemědělství
UV	Ultrafialové záření
Z–N	Ziegler–Natta katalyzátor
3D	Třídídimenzionální tisk pevných objektů z digitálního souboru

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Pět hlavních oddílů a čtyři typy zakřivení páteře.	11
Obrázek 2 – Zobrazení trapézového svalu.	13
Obrázek 3 – Široký sval zádový.	13
Obrázek 4 – Malý kosočtvercový sval (vlevo) a velký kosočtvercový sval (vpravo).	14
Obrázek 5 – Zdvihač lopatky.	14
Obrázek 6 – Horní zadní sval pilovitý.	15
Obrázek 7 – Dolní zadní sval pilovitý.	15
Obrázek 8 – Vzpřimovače páteře.	16
Obrázek 9 – Cobbův úhel, který spolu svírají koncové obratle.	19
Obrázek 10 – Klinické vyšetření skoliózy – Adamsův test předklonu (vlevo) a výsledek testu strukturální skoliózy (hrudní pravostranná skolióza).	22
Obrázek 11 – RTG snímek esovité skoliotické idiopatické křivky před operací (vpravo) a po operační léčbě (vlevo).	24
Obrázek 12 – Zobrazení rotace obratlů pomocí CT vyšetření.	24
Obrázek 13 – Zobrazení poměru a útlaků v páteřním kanálu.	25
Obrázek 14 – Chemický vzorec polyethylenu.	30
Obrázek 15 – Chemický vzorec polypropylenu.	34

