



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Vliv DNS na posturální stabilizační systém u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje

The effect of DNS on the postural stabilization system in string musicians

Diplomová práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Aplikovaná fyzioterapie

Autor diplomové práce: Bc. Eliška Hryzlíková

Vedoucí diplomové práce: prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.

Kladno 2023



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hryzlíková** Jméno: **Eliška** Osobní číslo: **511070**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Aplikovaná fyzioterapie**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Vliv DNS na posturální stabilizační systém u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje

Název diplomové práce anglicky:

Effect of DNS on the Postural Stabilization System in String Musicians

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude zkoumání vlivu DNS metody a posturální stabilizační systém u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje. Teoretická část se bude věnovat specifikám hraní na jednotlivé nástroje a jeho poruchám v důsledku jednostranného statického zatížení se zaměřením na posturální stabilitu. Dále zde bude popsán princip metody DNS, na jejímž základě budou probandé cvičit. V praktické části bude popsán kineziologický rozbor jednotlivých hudebníků se zaměřením na testy ověřující funkci postury (brániční test, test nitrobřišního tlaku, test flexe kyčelního kloubu) a následná cvičební jednotka v rámci kompenzace po hraní. Na základě závěrečného kineziologického vyšetření budou výsledky prezentovány pomocí kontingenčních tabulek, kde bude hodnocen vliv cvičení na posturu probandů porovnán podle daných nástrojů, a případný dopad na výkon daného hudebníka.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KOLÁŘ, Pavel et al., Rehabilitace v klinické praxi, ed. 1, Praha: Galén, c2009, ISBN 978-80-7262-657-1
- [2] OHLENDORF et al., Fit to play: posture and seating position analysis with professional musicians – a study protocol, Journal of Occupational Medicine and Toxicology [online], [Citováno cit. 2022-09-09], ročník 12, číslo 5, 2017, Přístupné z: <https://doi.org/10.1186/s12995-017-0151-z>
- [3] MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ, Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity, Praha: Galén, c2011, ISBN 978-80-7262-695-3
- [4] STEINMETZ, Anke, Wolfram SEIDEL a Burkhard MUCHE, Impairment of postural stabilization systems in musicians with playing-related musculoskeletal disorders, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics [online], [Citováno cit. 2022-09-09], ročník 33, číslo 8, 2010, Přístupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2010.08.006>, 01614754

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Ing. Aleš Příhoda

Datum zadání diplomové práce: **15.02.2023**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Vliv DNS na posturální stabilizační systém u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 17. 05. 2023

Bc. Eliška Hryzlíková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala prof. MUDr. Ivanu Dylevskému, DrSc. za trpělivost, cenné rady a ochotný přístup, Ing. Aleši Příhodovi za konzultace, probandům ze symfonického orchestru Novoměstské filharmonie za vstřícnost a pečlivému věnování se stanovenému terapeutickému plánu i společné cvičební jednotce, rodině za obrovskou podporu během studijních let, přítelovi a kamarádům – MDDr. Matěji Krausovi, Bc. Tomáši Kremelovi, Bc. Zdeně Kašparové, Adéle Valenové, Ing. Vítovi Olšanskému, Bc. Martinu Pekárkovi, Bc. Lence Chudomské, Bc. Marii Pluhařové, Tomáši Pavlíkovi za veškerou pomoc či inspiraci a v neposlední řadě i skvělým spolužačkám za krásně strávené roky na magisterském studiu.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá vlivem metody DNS (Dynamické neuromuskulární stabilizace) na posturální stabilizační systém (PSS) u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje – tj. houslisty, violisty, violoncellisty a kontrabasisty. Cílem práce je přiblížení problémů plynoucích ze hry na daný nástroj v důsledku jednostranného statického zatížení a také popis užitého diagnosticko-terapeutického konceptu, na jehož principu budou probandé cvičit.

Výzkumná část prezentuje výsledky posturálních testů (brániční test, test nitrobřišního tlaku, test flexe kyčelního kloubu), spirometrie (FVC, FEV₁), držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera a dotazníkového šetření u 30 smyčcových hudebníků – 14 houslistů, 6 violistů, 8 violoncellistů a 2 kontrabasistů ve věku 18 až 30 let při vstupním a výstupním vyšetření. Dále prezentuje navržené cvičební jednotky podle metody DNS ovlivňující trupovou stabilizaci (konkrétně 4,5měsíční poloha s variacemi), podle které měli cvičit 3 měsíce min. 3× týdně.

Výsledky prokázaly vliv DNS na posturální stabilizační systém u jednotlivých muzikantů hrajících na smyčcové nástroje včetně zlepšení spirometrických parametrů (FVC, FEV₁) a subjektivního vnímání bolesti, nedošlo však u všech ke zlepšení posturálního stereotypu dle Kleina, Thomase a Mayera. Rozdíl u porovnání postury mezi jednotlivými nástroji byl shledán, ovšem kvůli nerovnoměrnému rozložení výzkumné skupiny nejsou výsledky přesné. Vzhledem ke snížení subjektivního hodnocení bolesti se hudebníkům po tomto výzkumu hrálo lépe.

Klíčová slova

smyčcové nástroje, housle, viola, violoncello, kontrabas, kineziologie hry, fyzioterapie, postura, posturální stabilizační systém (PSS), spirometrie, DNS metoda, cvičení, sed, páteř

ABSTRACT

This thesis investigates the influence of the DNS (Dynamic Neuromuscular Stabilization) method on the postural stabilization system in musicians playing stringed instruments – i. e., violinists, violists, cellists and double bassists. The thesis aims to approach problems arising from one-sided static load imposed by playing the instrument, and a description of the diagnostic-therapeutic concept based upon, the probands will practice.

The research part presents the entrance and exit postural tests (diaphragm test, intra-abdominal pressure test, hip flexion test), spirometry (FVC, FEV₁), posture according to Klein, Thomas and Mayer and questionnaire surveys of 30 string musicians – 14 violinists, 6 violists, 8 cellists, and 2 double bass players aged 18 to 30 years. Further, the part contains exercise units designed according to the DNS method affecting trunk stabilization – specifically a 4.5 month position with variations – according to which they were supposed to exercise for 3 months min. 3 times a week.

The results demonstrated the effect of DNS on the postural stabilization system in individual musicians playing stringed instruments, followed with improvement of spirometric parameters (FVC, FEV₁) and subjective perception of pain, but not all showed an improvement in postural stereotype according to Klein, Thomas and Mayer. A difference in the comparison of posture between individual instruments was found, however, due to the uneven distribution of the research group, the results are not precise. Due to the reduction in subjective pain ratings, the musicians performed better after this research.

Keywords

string instruments, violin, viola, cello, double bass, kinesiology of playing, physiotherapy, posture, postural stabilization system (PSS), spirometry, DNS method, exercises, sitting, spine

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	11
3	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU	12
3.1	Smyčcové nástroje	12
3.1.1	Housle	13
3.1.2	Viola	20
3.1.3	Violoncello.....	21
3.1.4	Kontrabas.....	25
3.1.5	Shrnutí.....	27
3.2	Posturální stabilizační systém.....	28
3.2.1	Stabilizační funkce svalů PSS	29
3.2.2	Vymezení pojmů postura, posturální stabilita, posturální stabilizace a posturální reaktibilita.....	31
3.2.3	Posturální ontogeneze osového orgánu.....	34
3.3	Muskuloskeletální problémy hudebníků v souvislosti s posturálním stabilizačním systémem	35
3.4	DNS (Dynamická neuromuskulární stabilizace)	40
4	METODIKA	42
4.1	Sběr dat.....	42
4.2	Metodika vyšetření.....	43
4.2.1	Dotazník	43
4.2.2	Spirometrické vyšetření.....	44
4.2.3	Vyšetření posturální stabilizace páteře	45

4.2.4	Náplň skupinového cvičení	46
4.3	Analýza dat.....	47
5	VÝSLEDKY	48
5.1	Anamnestické údaje	48
5.2	Výsledky spirometrie.....	48
5.3	Výsledky posturálních testů	50
5.3.1	Výsledky posturálních testů u jednotlivých nástrojů	54
5.4	Výsledky posturálního stereotypu.....	54
5.5	Výsledky dotazníku	55
6	DISKUZE	57
7	ZÁVĚR.....	66
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	67
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
10	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	78
11	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK A GRAFŮ	79
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	80

1 ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá vlivem DNS metody na posturální stabilizační systém u hudebníků hrajících na smyčcové nástroje. Toto téma jsem si zvolila, jelikož sama hraji již 22 let na housle a od útlého věku mě v důsledku cvičení trápily problémy se zády související s jednostrannou zátěží i nedostatečnou kompenzací včetně absence edukace na Základní umělecké škole (ZUŠ) ohledně ergonomických pomůcek, rizik plynoucích z držení či hraní a jejich dopadu nejenom na muskuloskeletální systém. Nejvíce jsem pociťovala bolesti páteře po dlouhých orchestrálních zkouškách a koncertech, avšak nikomu to nepřipadalo relevantní, jelikož tyto bolesti trápily většinu muzikantů. Až při studiu fyzioterapie jsem se seznámila s vývojovou kineziologií a začala chápat souvislosti v rámci posturální ontogeneze. Ve škole jsem se také seznámila s DNS metodou, která využívá tyto prvky a cvičí je v definovaných vývojových řadách podle toho, jakou funkci chce stimulovat.

V České republice obecně není kladen důraz na kompenzaci hraní na jakýkoliv nástroj, jelikož se to nepovažuje za potřebné. Přitom povolání profesionálního muzikanta je stejně náročné jako být profesionálním sportovcem, a to jak z fyzické, tak z psychické stránky. Hudební obory bohužel nejsou, stejně jako fyzioterapie, dostatečně uznávané a jejich ohodnocení neodpovídá dané náročnosti i během studia. I z tohoto důvodu spousta nadaných jedinců opouští hudební sféru ať už kvůli zranění nebo vyhoření. Že je muzikantská profese obtížná potvrzuje výzkum z r. 1972 srovnávající rentgenové snímky horních končetin a páteře dělníků v továrnách s hudebníky hrajícími v České filharmonii, u kterých výsledky prokázaly daleko větší degenerativní změny oproti dělníkům (Němcová, 2013).

V roce 2016 vznikla Česká společnost pro hudební fyziologii a medicínu hudebníků, z.s., jehož zakladatel, MUDr. Pavel Drbal, od r. 2017 pořádá symposia s cílem prohloubit a *informovat umělce o rizikových aspektech jejich práce a o*

odborných lékařských metodách, které mohou pomoci nejen z případných problémů, ale také naučit, jak zdravě a efektivně cvičit a koncertovat (Redakce, 2021). Tato sympozia mě motivovala ke zkoumání problémů hudebníků se zaměřením na posturální stabilizační systém (PSS), jelikož neexistuje mnoho studií věnujících se této problematice.

V teoretické části popisují držení jednotlivých nástrojů a kineziologii hry včetně zapojených svalů a kloubů, dále definují posturální stabilizační systém a vymezují pojmy: postura, posturální stabilita, posturální reaktivita a posturální stabilizace. Dále popisují vliv jednostranného zatížení na muskuloskeletální problémy související s posturálním stabilizačním systémem (PSS) počítaje vysvětlením diagnosticko-terapeutických principů metody DNS.

V praktické části vysvětlují principy užitých vyšetřovacích postupů – posturálních testů (brániční test, test nitrobřišního tlaku, test flexe kyčelního kloubu), spirometrie, hodnocení postury a dotazníkového šetření. Vyšetřeno je celkem 30 muzikantů hrajících na smyčcové nástroje (14 houslistů, 6 violistů, 8 violoncellistů a 2 kontrabasistů) ve věku 18 až 30 let, pro něž je navržena cvičební jednotka na 3 měsíce podle metody DNS se zaměřením na 4,5měsíční polohu.

Hlavním cílem této práce je shrnout poznatky držení a hry na smyčcové nástroje a jejich vliv na PSS a následné popsání a využití cvičební jednotky podle DNS metody ke kompenzaci jednostranné zátěže a snížení bolesti.

V závěru práce shrnuji dosažené výsledky a testuji předložené hypotézy.

Vzhledem k potvrzení zadaného cíle a ověření účinku vytvořené cvičební jednotky může tato práce do budoucna posloužit nejenom hudebníkům hrajícím na smyčcové nástroje, které budou trápit problémy s trupovou stabilizací včetně bolestí, ale i pedagogům, aby již od útlého věku svých žáků dbali na správnou posturu, ergonomické pomůcky a kompenzační cvičení.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem této práce je shrnutí poznatků vlivu hraní na smyčcový nástroj na PSS a zjištění, zda cvičení podle DNS metody ovlivní PSS daného muzikanta.

H1: Po třech měsících cvičení DNS dojde ke zlepšení spirometrických hodnot (FVC a FEV₁).

H2: Po třech měsících cvičení DNS dojde ke zlepšení ve funkčních testech posturální stabilizace páteře dle Koláře (brániční test, test nitrobřišního tlaku, test flexe kyčelního kloubu).

H3: Ve výstupním dotazníkovém šetření se zmírní intenzita bolestí probandů (škála VAS) o 1 číselnou hodnotu alespoň v jedné z dotázaných položek, díky čemuž se jim pocitově bude hrát lépe.

H4: Všem probandům se díky cvičenílepší posturální stereotyp min. o 1 stupeň dle hodnocení od Kleina, Thomase a Mayera

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

Hudební nástroje se podle základního členění dělí na strunné, dechové, blanozvučné, samozvučné a jiné, kam řadíme především nástroje elektronické, popř. elektrofonické. Strunné nástroje, u nichž vzniká tón pomocí rozkmitání napnutých strun, můžeme kategorizovat na drnkací, úderné a smyčcové. V této práci se budeme zabývat těmi smyčcovými, do kterých řadíme housle, violu, violoncello a kontrabas tvořící orchestr (Nauka o hudebních nástrojích, c2010a).

3.1 Smyčcové nástroje

Tyto nástroje přišly do Evropy v 10.–11. st. ve dvou podobách – fiduly a rubeby (dnešní mandolína). Z fidul později vznikly dva typy viol lišící se způsobem držení. Viola *da braccio* se držela pod krkem a podle Micky (1977, s. 14–17) se z nich následně vytvořily housle, kdežto viola *da gamba* (držení mezi koleny) dala vzniknout dnešním violoncellům a kontrabasům lišících se nejen velikostí nástroje, ale i laděním (tenor a bas) (Nauka o hudebních nástrojích, c2010b). Některé zdroje však uvádí, že violoncella existovala paralelně s violami *da gamba*, a tedy z nich nevznikla (Kurfürst, 2002, s. 586).

K hraní tyto nástroje využívají smyčec – dřevěnou „hůlku“ s napnutými koňskými žíněmi, jež se pravidelně musí ošetřovat kalafunou (výrobek z pryskyřice a dalších přídatných látek zlepšujících smyčkové tření).



Obrázek 1 – Smyčcový orchestr Primavera (Kapitola, c2009–2011)

3.1.1 Housle

Housle představují nejmenší nástroj z rodiny strunných smyčcových nástrojů. Skládají se ze třech hlavních částí: hlavičky zakončená „šnekem“, krku (hmatník) a trupu (dvě klenuté desky spojené luby). Přes tyto části vedou struny, které se navíjejí na kolíčky a napínají se přes hmatník a kobylku až do struníku. Na struny v oblasti mezi hmatníkem a kobylkou je přikládán smyčec, jehož dolní části se říká „žabka“ (▣) a horní „špička“ (∇) – tímto označením se rozlišuje tah smyčce v notách, jež slouží jak k jednotné souhře více muzikantů při hře, tak k lepšímu výrazu daného místa ve skladbě (Nauka o hudebních nástrojích, c2010c).



Obrázek 2 – Popis houslí (zdroj vlastní)

3.1.1.1 Držení houslí, smyčce a postoj při hře

Způsob držení houslí či hraní na ně se mírně liší podle toho, jakou houslovou školu si zvolíme. Mezi nejvýznamnější osobnosti řadíme Otakara Ševčíka, Jana Čermáka a Josefa Berana, Josefa Ladislava Micku, Zdeňka Golu a Evu Bublovou. Do nejnovější literatury patří Jindřich Pazdera, jehož poznatky se pomalu začleňují do nynější výuky na ZUŠ. Jandová (2013, s. 11) ve své práci zpracovala dotazníkové šetření ohledně nejpoužívanější metodiky, která je aplikována na základních uměleckých školách. Studie se zúčastnilo 29 škol. Nejvíce hlasů dostala Škola hry na housle od Josefa L. Micky a Houslová knížka pro radost aneb začínáme ve třetí poloze od Evy Bublové, jejichž metodiky si vysvětlíme.

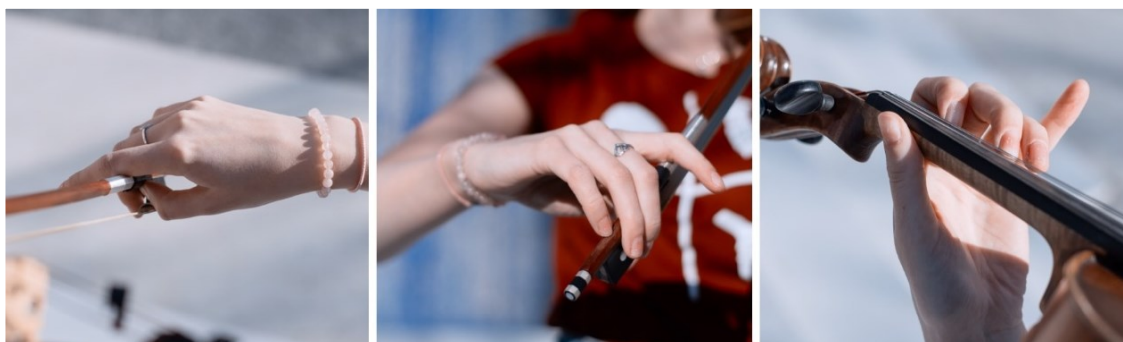
Držení nástroje je tzv. dvoubodové – hráč podpírá housle hlavou a levou rukou. Měl by být ovšem tak zručný, aby zvládl tyto styly střídat (Pazdera, 2015, s. 60–61). Struny houslí by měly být vodorovně, přičemž luby na levé straně jsou výše položené než ty na straně pravé (v transverzální rovině je to 45° náklon). Vzpřímená hlava přidržující housle na podbradku pomocí tlaku *mandibuly* proti *clavicule* je rovněž natočena o 45 ° vlevo.

Zde se setkáváme s pomůckou zvanou „pavouk“, což je podložka usnadňující držení houslí. Díky ní se jednak lépe nese zvuk, protože se ramenní opěrka neopírá o spodní desku, a jednak nemá houslista tak velkou protrakci v *glenohumerálním* kloubu (Micka, 1972, s. 95–98). Bohužel ne každý učitel je této opěrce nakloněn kvůli možnému ovlivnění akustiky houslí.

Studie od Laury M. Kok, J. Schrijverse a M. Fiocca et al. (2019, s. 39–46) se zabývá držením houslí s pavoukem a jeho vlivu na sílu fixace houslí a napětí *m. trapezius pars descendens* bilaterálně, *m. deltoideus pars clavicularis l. sin.* a obou *m. sternocleidomastoideus*, kterou hodnotí skrze povrchovou EMG. Této studii se zúčastnilo 20 profesionálních houslistů (4 muži a 16 žen s průměrným věkem 29,4 let), u kterých bylo hodnoceno napětí svalů při absenci pavouka, nejnižší polohy (vlevo 3 cm, vpravo 2 cm), střední (vlevo 5 cm, vpravo 4 cm) a nejvyšší polohy dané pomůcky (vlevo 7 cm, vpravo 6 cm). Ramenní opěrka měla významný vliv na herní komfort ($p < 0,001$) a síla fixace houslí a svalová aktivita *m. deltoideus pars clavicularis l. sin.* se zvyšovala s její rostoucí výškou. Protože tato pomůcka ovlivňuje vzorce svalové aktivity a sílu fixace houslí, je třeba pečlivě optimalizovat její nastavení a umístění na houslích.

Co se týče postavení levé horní končetiny, tak podle Micky (1972, s. 102–104) má loket směřovat k zemi, kdy úhel mezi paží a předloktím se mění podle toho, v jaké poloze a na jaké struně hrajeme. Zápěstí pokračuje ve směru předloktí a krk houslí je obepínán distálním článkem palce postaveným kolmo a s mírným přesahem nad struny. Naproti ležící ukazovák se také dotýká houslí článkem

distálním, toto postavení však neplatí stále – např. při technice *vibrata* (rychlé rozechvění struny prstem) je opěrnou bází jen palec. Ševčík spíše posazuje ruku šikměji s palcem před ukazovákem. Bublová svojí didaktikou vyčnívá tím, že žáky učí postavení prstů od třetí polohy, což je stav, kdy se levá ruka usadí v místě krku houslí navazujícího na trup – muzikantovi umožňuje si opřít ulnární část pátého metakarpu o houslový korpus. Zde je palec posazen naproti mezeře mezi druhým a třetím prstem, přičemž jeho postavení se též mění v závislosti na poloze a technice hry. Zbytek prstů se flektuje (Jandová, 2013, s. 15–16).



Obrázek 3 – Držení houslí a smyčce (Hryzlíková, 2021, s. 14)

Pravá ruka drží smyčec mezi palcem a prostředníčkem, kdy oba prsty směřují naproti sobě a svým distálním článkem se opírají o žabkový výstupek z opačné strany. K prostředníčku přiléhá prsteníček, ovšem mezi položeným malíčkem a ukazovákem jsou menší mezery (Micka, 1972, s. 27). Co se týče držení ukazováku, tak se zdroje mírně odlišují. Podle Pazdery (2015, s. 84) existuje trojí způsob opření druhého prstu o prut – buď o interfalangeální kloub distální, proximální, nebo o střední článek. Pouze Micka (1972, s. 27–28) přesně definuje položení mírně flektovaného ukazováku na smyčec o jeho proximální kloub a jeho 0,5–1cm vzdálenost od prostředníčku, a také 0,5–1cm vzdálenost malíku od prsteníku, v čemž se shoduje se školami Goly i Bublové. Ševčík pokládá prsty na smyčec (kromě posledního) k sobě bez přesnější definice (Jandová, 2013, s. 17). *Funkcí celé pravé paže je zaujímat nejvýhodnější polohu při různých smyčcových akcích a využívat souhybnosti všech částí paže k potřebným pohybům* (Micka, 1972, s. 26).

Začínající hráč se učí na housle ve stoje. Jelikož se tento nástroj drží vždy na straně levé, je zde umístěn i pult. Muzikant stojí s mírně rozkročenými dolními končetinami, kdy špička levé nohy směřuje ke stojanu s notami a špička pravé nohy dopředu (např. k publiku) (Micka, 1972, s. 100). Houslista má váhu těla na levé dolní končetině, z čehož mohou pramenit různé typy dysbalancí. Pazdera (2015, s. 71) proto uvádí, že by se při hře měla váha na nohách rozložit symetricky a také by špičky obou chodidel měly směřovat ven. Noty by měly být v úrovni očí, aby se zamezilo kyfotickému držení těla.

Jelikož muzikanti v orchestru při hře sedí a stojí jen dirigent, příp. sólista, rozebereme si i správný sed. Vzhledem k umístění dvou hráčů k jednomu pultu jsou oba muzikanti nuceni sedět bokem. Pazdera s Mickou se shodují na napřímené páteři s rovnoměrně rozloženou váhou na sedacích kostech na kraji židle s rozkročenýma nohama, aby vznikl prostor pro tah smyčce (Pazdera, 2015, s. 71; Micka, 1972, s. 100–101). Popis korigovaného sedu koreluje se zásadami konceptu od doktora Aloise Brüggera a jeho modelu třech ozubených kol. Kvůli asymetrickému držení houslí může v sedě vzniknout několik výchytek – rotace trupu směrem k pultu, zešikmení pánve, uhnutí pravé dolní končetiny pod židli (pro zvětšení místa pro tah smyčce), kyfotické držení v hrudní páteři a jeho následné podepření o opěradlo židle či naopak hyperlordóza v úseku bederní páteře v důsledku sezení na kraji židle. S tím souvisí i ergonomické uzpůsobení „pracovního“ místa, avšak na tento aspekt stále není kladen dostatečný důraz. Výše zmíněné odchylky, které mohou přispívat k muskuloskeletálním problémům, si popíšeme v nadcházejících kapitolách.

Pazdera (2015, s. 140–141) také zmiňuje důležitost abdominálního dýchání, jelikož při tomto způsobu má hráč nejvíce uvolněná ramena a paže. Při klavikulárním či kostálním dýchání bude vždy vznikat nadměrné napětí. Špatné dýchání může ovlivnit samotnou interpretaci skladby, např. absencí plynulosti tahu smyčce a naopak – frázování či rytmus může mít vliv na samotný dech.

3.1.1.2 Kineziologie hry na housle

Svalově se na levém ramenním kloubu uplatňují *m. sternocleidomastoideus* zajišťující podpírání houslí, *m. deltoideus pars clavicularis* napomáhající abdukci paže a jeho stabilizační sval *m. trapezius pars descendens*. U samotné hry se využívá funkce *m. biceps brachii*, protože usnadňuje a udržuje supinaci a flexi lokte s jeho antagonistou – *m. triceps brachii* (Mizrahi, 2020). Úkolem levé horní končetiny je kladení prstů na strunu, a tedy vytvářet intonaci tónů, což zajišťují flexory a extenzory prstů či předloktí. Prsty této ruky, především *m. flexor digitorum superficialis et profundus* a *m. extensor digitorum*, využívají fáze: sestup, tlak zdvih a vyčkávání (Micka, 1972, s. 131; Mizrahi, 2020). První fáze (sestup prstu) je konána z větší výšky a rychle tam, kde záleží na jadrnosti ozvu, anebo z níзка a volně tam, kde se má prst připojit neznatelně na strunu. Třetí fáze (zdvih prstu) se koná buď jednoduchým zvednutím prstu (zvláště prstu prvního a druhého) nebo zvednutím šikmým (zvláště prstu třetího a čtvrtého), trochu připomínajícím pizzicato levou rukou. Tímto druhým způsobem dosahujeme větší distinktnosti tónu (Micka, 1972, s. 132). Tlak prstů se neustále mění – záleží na typu skladby, obecně se však snažíme o menší napětí, aby se ruka tolik neunavila. Poslední fáze dbá na rychlý, ale měkký dopad prstu na strunu, aby jím zbytečně netlačil do hmatníku (Micka, 1972, s. 131–132). Dle Pazdery (2015, s. 121–124) existují tři způsoby, jak klást druhý až pátý prst levé ruky na strunu – měkkým bříškem, koncovou částí bříška a nehtovým koncem prstu. Vždy bude záležet na tom, co daná skladba obsahuje. Zatímco při vyšších polohách a hraní půltónů a dvojhmatů se bude hodit kolmější postavení, byť to zhorší ohebnost prstů, tak u romantických skladeb potřebujících měkkost ruky a techniku *vibrata* využijeme dotyk plošší.

V jedné studii bylo *vibrato*, tedy opakované zvyšování a snižování frekvence tónu, zvoleno k ozřejmění zapojených svalů. Na EMG analýze se prokázalo zapojení *m. biceps brachii*, *m. flexor digitorum superficialis et profundus*, *m. extensor digitorum* a *m. pronator teres* s periodickou kontrakcí a relaxací, zatímco deltový sval byl kontrahován po celou dobu (Ferrara, Bejjani a Pavlidis, 1989).

Pravá horní končetina tvoří samotný zvuk. K tomu potřebujeme součinnost všech jejích částí. Vzhledem ke složitosti pohybu je dobré ze začátku trénovat pohyb prstů, zápěstí, lokte a paže zvlášť (Micka, 1972, s. 27).

Prsty vykonávají střídavou flexi při tahu ke špičce a extenzi směrem k žabce – nejvíce se tento pohyb uplatňuje u malíku, především funkce *m. flexor digiti minimi brevis* a *m. abductor digiti minimi*, jež pomáhá kalibrovat společně s ukazovákem váhu smyčce. Prut bychom si totiž měli představit jako dvouramennou páku s palcem jakožto opěrným bodem, druhým prstem (rameno břemene) a pátým prstem (rameno síly) s mírnou dopomocí prsteníčku. Všechny prsty tedy nadlehčují smyčec a ukazovák má navíc funkci tlaku – ve hře se to projeví jako zesílení daných tónů (Micka, 1972, s. 22–24). Neustálé vyrovnávání napětí zajistí plynulost pohybu a rovnoměrné zatížení prutu, tedy i konstantní znělost tónu.

Zápěstí vytváří krouživý pohyb plynulým střídáním palmární a dorzální flexe společně s ulnární a radiální dukcí. Má 3 funkce: přivádí prsty do žádaného směru, pomáhá při výměnách smyků v dolní části smyčce a uvolněným pohybem způsobuje odrazivost smyčce (Micka, 1972, s. 25). Radiální dukcí (spolu s pronací lokte) přitlačí prsty na prut a díky tomu udržuje či zvyšuje hlasitost směrem ke špičce (směrem k žabce bude užita dukce ulnární). Uvedením do neutrály se *forte* sníží, případně může přejít do *piana* postavením prstů do závěsné pozice, tedy takové nastavení, jež umožňuje nadlehčení smyčce zespoda (Micka, 1972, s. 24).

Samotný tah smyčce vykonává kubitální kloub, resp. kontrakce *m. biceps et triceps brachii* – od žabky ke špičce, kdy dochází k extenzi *art. cubiti*, přebírá funkci *triceps* a od špičky k žabce (loket se flektuje) je tomu naopak (Mizrahi, 2020). Pronační svaly pomáhají příklonu prstů na smyčec, případně při přechodech ze struny na strunu. V tomto kloubu tedy může vznikat buď přímý (pouhá změna úhlu v lokti) nebo kuželovitý pohyb opisující elipsu (např. u rychlého střídání strun a hraní v prostřední až vrchní části smyčce) (Micka, 1972, s. 25–42).

V rameni lze nejčastěji vidět pohyby flekčně-extenční, které se upravují dle toho, kde, resp. na jaké struně se hraje. Povětšinou je *art. humeri* v abdukčním a postavení přicházejícím do neutrály při tahu prutu k žabce. Vnitřní rotace je udržována konstantně. Svaly pravého ramene jsou aktivní během pohybu paže nejvíce, když ruka vede smyčec při pomalé rychlosti naopak od žabky ke špičce – nachází se tedy ve flexi a abdukci. Rovnoběžný smyk s kobylkou však stále zajišťuje kloub loketní. EMG analýza také prokázala vyšší aktivitu *m. trapezius p. descendens*, a to až o 50 % více, než je tomu na levé straně (Micka, 1972, s. 43–44; Mizrahi, 2020).

Z povrchového EMG byla zaznamenána i kontrakce *m. erector spinae* (*m. iliocostalis*, *m. longissimus*, *m. spinalis*) bilaterálně při tahu smyčce dolů, která byla u hráčů s pavoukem o 20 % nižší. Tento sval také pomáhá udržovat rovnováhu při provádění rychlých delších pohybů nahoru a dolů jako je např. styl *detaché*, byť na pravé straně je jeho aktivita mírně vyšší, jelikož spousta houslistů se u této techniky mírně otáčí a ohýbá doleva (Afsharipour, Petracca, Gasparini et al., 2016).

Tabulka níže shrnuje rozsahy pohybů v daných kloubech při hře na housle.

Tabulka 1 - Pohyby v kloubech při hře na housle (zdroj vlastní)

Klouby	Pohyb LHK	Pohyb PHK
<i>Art. humeri</i>	Ventrální FLX, ABD, ZR	Ventrální FLX, ABD, VR
<i>Art. cubiti</i>	FLX	FLX/EXT
<i>Art. radioulnaris proximalis et distalis</i>	SUP	Neutrální/PRON
<i>Art. radiocarpalis</i>	Neutrální/palmární FLX radiální/ulnární dukce	Dorzální/palmární FLX, radiální/ulnární dukce
<i>Artt. metacarpophalangeae</i>	FLX	Neutrální/FLX
<i>Art. carpometacarpalis pollicis</i>	FLX	FLX
<i>Artt. interphalangeae proximales et distales</i>	FLX	FLX

3.1.2 Viola

Viola je často zaměňována s houslemi, jelikož vypadají téměř stejně, odlišují se však velikostí a laděním. Tento hudební nástroj vznikl na základě potřeby mít nástroj podobnému houslím se stejnou rezonancí, ale výškovým rozsahem tenoru. Jelikož by ale trup daného nástroje musel měřit kolem 55 cm a byl by tedy nehratelný, se v dnešní době využívá 42cm korpus a violový zvuk je spíše temnější, ne tak výrazný jako housle (Nauka o hudebních nástrojích, c2010d).

Z hlediska stavby a techniky je viola s houslemi totožná, ale kvůli rozměrům je kineziologie hry těžší – jednak má viola i violový smyčec větší hmotnost a musí se tedy vynaložit daleko větší síla na držení či na přitlak prutu na struny, jednak prsty levé ruky musí být od sebe daleko více vzdáleny. Celkově tedy bude v levé horní končetině (LHK) větší abdukce se zevní rotací a flexí paže, supinace předloktí a abdukce prstů a na pravé horní končetině (PHK) větší flexe s vnitřní rotací paže kvůli více vzdáleným strunám. Fyzická náročnost je kompenzována lehčími party, byť jsou psány v altovém klíči. V orchestru se celkově uplatňují jako druhý hlas k houslím, tzv. kontrapunkt (Mokrá, 2015, s. 13–15).

Díky určitému podobenství budou mít violisté i analogické problémy jako houslisté, avšak s výraznějšími rysy. Kromě bolestí po celé délce páteře a většího zatížení levé strany můžeme nalézt dysfunkce v čelistním kloubu, kvůli vyšší váze violy se totiž více zatěžuje *mandibula* a pochopitelně i levý *m. sternocleidomastoideus*, *m. trapezius p. descendens* či svaly žvýkáci. Podle studie od A. Steinmetze (2003, s. 203–209) se špatná funkce *art. temporomandibularis* často objevuje u „overuse“ syndromu, tzv. syndromu z přetížení.



Obrázek 4 – Housle a viola (Walker, 2020; upraveno)

3.1.3 Violoncello

Tento název pochází z italského „violon piccolo“, tedy „malý kontrabas“. Z počátku se používalo k dokreslení skladeb v basových tónech, až později se začalo využívat jako nástroj rovnocenný jiným smyčcům (Měrka, 2007, s. 21–22).

Stavba violoncella je podobná houslím, skládá se tedy z trupu (vrchní a spodní deska, luby, kobylka, struník) a krku (hmatník, kolíčky) zakončený „šnekem“. Má čtyři struny (C, G, d, a) laděné o oktávu níže než viola (Měrka, 2007, s. 25).

3.1.3.1 Držení violoncella, smyčce a postoj při hře

Na violoncello se vždy hraje v sedě. Muzikant by měl zaujímat takovou polohu na kraji židle, aby flexe v kolenních kloubech svírala 90 °, nohy byly celou plochou položeny na podlaze a podporovaly tak stabilitu těla. Hráč by měl mít rovná záda bez opírání se o židli – trup se lehce naklání směrem dopředu a hlava je v prodloužení páteře (Kratochvíl, c2006).

Nástroj má 4 styčné body – zezdola je opřen o zem bodcem, seshora o hruď muzikanta a uprostřed o jeho mediální kondyly femuru. Důležité je, aby se krk či hlava hráče nedotýkaly krku violoncella nacházejícího se u jeho levého humeru (Kratochvíl, c2006). *Stěžejním momentem je nastavení bodce violoncella. Od něj se odvíjí výsledná výška nástroje a také sed, který hráč zaujímá. Proto hra vyžaduje výběr správné velikosti nástroje a precizní nastavení výšky bodce. Pokud je bodce příliš vysoký, hráč se zaklání dozadu a tím vzniká napětí a bolest v bederní páteři. U příliš nízkého bodce je zase hráč příliš zhroucen a je omezeno dýchání* (Kasanová, 2018, s. 17). Kutinová (2018, s. 19) dodává, že by levá dolní končetina měla být více vpředu kvůli náklonu cella vlevo, čímž se dosáhne lepší stabilizace nástroje a nižší pravděpodobnosti zavazení smyčce o levý kolenní kloub. To následně vede k asymetrickému postavení pánve a změně zatížení sedacích kostí.

Levá horní končetina zaujímá abdukci, flexi a vnitřní rotaci v *art. humeri*, pronaci flexi v *art. cubiti* a flexi v *artt. manus*. Stejně jako na houslích se udržuje v zápěstí neutrálním postavení s případnou ulnární dukcí v nejvyšších polohách.

Prsty se staví oproti houslím kolmo na strunu pravděpodobně kvůli tlustším strunám, a tedy vynaložením větší energie k jejich stlačení. I tóny na hmatníku budou od sebe více vzdáleny – mezi ukazovákem a prostředníkem či prsteníčkem a malíčkem je distance cca 1,5 cm. Třetí prst se čtvrtým se drží v první poloze u sebe (tzv. půltónová vzdálenost). Palec se dotýká ulnární hranou distálního článku krku cello zespoda naproti prostředníčku (Kasanová, 2018, s. 19; Kratochvíl, c2006; Kutinová, 2018, s. 22; Vencel, 2015, s. 131).

Držení smyčce pravou rukou je podobné tomu houslovému – distální článek palce se opírá zespoda, protější prostředníček seshora. Ostatní prsty jsou na prut položeny volně a přidržují smyčec v místě jejich středního článku včetně malíku, a tedy mírně přesahují žabku. Mezi všemi *phalangy* jsou mezery zhruba stejně velké (Kratochvíl, c2006; Kutinová, 2018, s. 20). *Ruka na smyčci je zprostředkující pohyblivá část mezi paží a smyčcem. Může jen tehdy splnit všechny požadavky, bude-li neomezeně přenášet sílu paže a zároveň bude dávat smyčci největší pohybovou volnost* (Kratochvíl, c2006).

V prstech PHK se tedy uplatňuje flexe, v zápěstí se střídá palmární flexe s dorzální dle hrané struny a radiální dukce s ulnární. Pronovaný loket se pohybuje ve flexi či extenzi, ramenní kloub je ve statické flexi s vnitřní rotací a mění se abdukci s addukcí.



Obrázek 5 – 2Cellos (Breeding, 2017)

3.1.3.2 Kineziologie hry na violoncello

U hráčů na violoncello je vliv gravitace méně důležitý, protože hráč drží smyčec při hře téměř vodorovně (Afsharipour, Petracca, Gasparini et al., 2016). Na pravém rameni se kontrahují svaly rotátorové manžety, tj. *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. teres minor* a *m. subscapularis*, při abdukci je ještě zapojen *m. deltoideus* či *m. serratus anterior* a u vnitřní rotace *m. teres major*, *m. latissimus dorsi* s *m. pectoralis major* (Dylevský, 2009, s. 110–111). Při měření svalové aktivity na rameni violoncellisty se pomocí EMG zjistilo, že *m. supraspinatus* a *m. trapezius pars descendens* se kontrahují dvakrát více než ostatní svaly *art. humeri* ($p < 0,01$) (Rickert et al., 2013). Pokud hráč táhne smyčec od žabky ke špičce, zapojuje se extenzor předloktí *m. triceps brachii* a *m. anconeus*, vyklenuté zápěstí zajišťující *m. flexor carpi radialis et ulnaris* s *m. palmaris longus* (s pomocnými *m. flexor digitorum superficialis et profundus*) se postupně snižuje do neutrálního postavení, a také radiálně duktuje – o to se postarají *m. flexor carpi radialis*, *m. extenzor carpi radialis longus et brevis*. Při tahu zpět zápěstí opět flektuje a mírně ulnárně duktuje za pomoci *m. flexor et extenzor carpi ulnaris*. Stále udržovanou pronaci zajišťuje *m. pronator quadratus* s *m. pronator teres* (Dylevský, 2009, s. 118–128; Kratochvíl, c2006). Je důležité uvědomit si to, že u žabky bude třeba vést hlavně rameno a předloktí s rukou budou konat pomocnou doplňující práci k vyrovnávání tahu smyčce v rovině rovnoběžně s kobylkou. Naproti tomu u špičky hlavním původcem pohybu bude předloktí a vyrovnavatelem bude ruka (Kratochvíl, c2006). Hráč se též musí naučit měnit sílu – ve směru ke špičce přitlačit a k žabce ubrat pro zachování kontinuity tónu.

Levý ramenní kloub udržuje stejnou pozici jako pravý, zapojeny jsou tedy stejné svaly s tím rozdílem, že vnitřní rotátory a abduktory se budou více aktivovat při zvyšující se poloze, tj. ruka na hmatníku se bude přibližovat ke kobylce. Při tomto pohybu se zapojí i *m. triceps brachii* s *m. anconeus*. Jakmile se flektované prsty (*mm. lumbricales*, *m. flexor superficialis et profundus*) dostanou do místa, kde začíná korpus cella, změní se jednak poloha zápěstí z neutrální do palmární flexe (*m. flexor carpi ulnaris et radialis*), tak i poloha palce – ten se

„vyhoupne“ zpod krku na hmatník a plní stejnou funkci jako ostatní prsty, tj. tvorbu tónu, a navíc ruku dostatečně fixuje (tzv. palcová poloha). Zpátky se zapojí ohybače lokte – *m. biceps brachii*, *m. brachialis* a *m. brachioradialis*. Pronátory jsou opět zapojeny kontinuálně (Dylevský, 2009, s. 118–129; Kratochvíl, c2006).

Hraním na violoncello se zabývala studie od Verrela, Woollacotta a Lindenbergera (2014). V ní chtěli zanalyzovat jednak pohyby pravé ruky pomocí metody „freezingu“ stupně volnosti, tj. odstranění pohybu jednotlivých kloubů v měřených pohybech paže, tak způsob, jak lokomoce v různých kloubech přispívá k: táhnutí smyčce (amplituda pohybu), stabilizaci během pohybu (úhel a rychlost) a rychlým změnám směru (amplituda zrychlení). Studie se zúčastnilo 10 profesionálních cellistů a 10 začátečníků. Výsledky poukázaly na fakt, že zatímco začátečníci používají převážně ramenní kloub, u profesionálů je využit spíše kloub loketní a zápěstní. Kromě toho měli profesionálové i menší amplitudu zrychlení při změnách směru. To naznačuje, že pohyb distálními klouby snížil variabilitu tahu a dosáhl rychlejších změn směru smyčce. Navíc výzkum podporuje teorii motorického řízení, pro kterou navrhuje využití biomechanických stupňů volnosti právě u distálních kloubů pravé ruky.

Tabulka 2– Pohyby v kloubech při hře na violoncello (zdroj vlastní)

Klouby	Pohyb LHK	Pohyb PHK
<i>Art. humeri</i>	Ventrální FLX, ABD, VR	Ventrální FLX, ABD, VR
<i>Art. cubiti</i>	FLX/EXT	FLX/EXT
<i>Art. radioulnaris proximalis et distalis</i>	PRON	PRON
<i>Art. radiocarpalis</i>	Neutrální/palmární FLX (ulnární dukce)	Neutrální/palmární FLX, radiální/ulnární dukce
<i>Artt. metacarpophalangeae</i>	FLX	FLX
<i>Art. carpometacarpalis pollicis</i>	FLX	FLX
<i>Artt. interphalangeae proximales et distales</i>	FLX	FLX

3.1.4 Kontrabas

Kontrabas je největší ze smyčcových nástrojů. Oproti ostatním je laděn v kvartách (E₁, A₁, D, G) a používá, stejně jako violoncello, basový klíč. Stavba basy je podobná cellu, má ovšem daleko kratší bodec. Jeho výška se může pohybovat od 150 cm do 200 cm – hráč tedy může stát, avšak v orchestru využívá vysokou kontrabasovou židli (Vencel, 2015, s. 131).

3.1.4.1 Držení kontrabasu, smyčce a postoj při hře

Šašinková & Hudec (2020, s. 26) uvádí, že nejdřív si musí muzikant nastavit správnou výšku bodce, a to tak, aby horní pražec nástroje dosahoval úrovně očí. Dále si basu opírá o levou část trupu a také o levý kolenní kloub. Oproti houslím je větší váha na pravé dolní končetině. Krk nástroje se nachází opět u levého ramene muzikanta.

Levá horní končetina se dotýká basy pouze prsty, nikde není opřena. Stejně jako violoncellista má basista vnitřní rotaci, flexi a abdukcii (kolem 60 °) v *art. humeri*, flexi a mírnou pronaci v *art. cubiti*, neutrální postavení v *art. radiocarpalis* a flektované prsty v *art. metacarpophalangeae et interphalangeae proximales/distales* kromě palce přidržujícího krk nástroje zezadu (Hudák & Kachlík, 2015, s. 80–81; Šašinková & Hudec, 2020, s. 28). Struny jsou stlačovány posledními články prstů a vzhledem k jejich tloušťce bude muset být vynaložena větší síla než u cella.

Držení smyčce pravou rukou je specifické a od ostatních nástrojů se nejvíce liší. Prut nadržíme seshora, ale z boku – máme tedy neutrální postavení v *art. radiocarpalis* a flektované prsty ve všech kloubech. Palec drží žabku jako jediný svrchu bříškem svého posledního článku, malíček ji přidržuje zespoda. Kineziologicky bude tak hra mnohem jednodušší, jelikož půjde o pohyb v zápěstí převážně do palmární či dorzální flexe. Loket je v mírné flexi a rameno ve flexi, abdukcii a zevní rotaci (Hudák & Kachlík, 2015, s. 80; Šašinková & Hudec, 2020, s. 20–25). Kutinová (2018, s. 24) dodává, že existují dva způsoby držení smyčce – německý (popsán výše) a francouzský, ten je shodný s ostatními smyčci.

3.1.4.2 Kineziologie hry na kontrabas

Kontrabasisté, stejně jako violoncellisté, drží smyčec ve vodorovné poloze, tedy paralelně s kobyolkou. *Pro správné vedení smyčce a především pro tvorbu tónu je důležité, abychom měli smyčec „ponořený do strun“.* Smyčec položíme na struny, přičemž využíváme pouze vlastní váhy ruky, která vychází až ze svalů nad lopatkou. Celá pravá ruka je přirozeně zpevněná (ne ve strnulém napětí) a zároveň volná (Šašinková & Hudec, 2020, s. 33). Kontrahují se hlavně *m. supraspinatus*, *m. deltoideus*, *m. infraspinatus* a *m. teres minor* k udržení abdukčního, zevně rotačního a flektovaného postavení v rameni, ovšem primární tahy smyčce tvoří pohyby lokte. Pokud basista táhne prut od žabky ke špičce, vykonává extenzi lokte s *m. triceps brachii* (s pomocným svalem *m. anconeus*) a mírnou supinací (*m. supinator*, *m. biceps brachii*). Zápěstí jde do palmární flexe (*m. flexor carpi radialis et ulnaris*, *m. palmaris longus*) a prsty jsou neustále ve flexi (*mm. lumbricales*, *m. flexor digitorum superficialis et profundus*). Při opačném smyku se zápěstí vrací do neutrální až extenční polohy (*m. extensor carpi radialis longus et brevis*, *m. extensor digitorum*, *m. extensor carpi ulnaris*) a loket se opět flektuje (*m. biceps brachii*, *m. brachialis*, *m. brachioradialis*) (Dylevský, 2009, s. 110–129; Šašinková & Hudec, 2020, s. 33–35).

Kladení prstů levé horní končetiny na strunu zajišťují *mm. lumbricales*, *m. flexor digitorum superficialis et profundus*. Takto flektované prsty mají mezi sebou na struníku mezery kromě třetího a čtvrtého prstu považované za „jeden prst“. Od 6. polohy se již třetí prst využívá a stejně jako u violoncella se od určité vzdálenosti palec přesouvá na hmatník a uplatňuje se tzv. palcová poloha. Pronovaný a flektovaný loket udržují *m. biceps brachii*, *m. brachialis*, *m. brachioradialis*, *m. pronator teres* a *m. pronator quadratus*. S vyššími polohami a natahováním lokte se aktivuje *m. triceps brachii* s *m. anconeus*. S flektovaným *art. humeri* s udržovanou abdukcí (do 90 °) a vnitřní rotací pomáhají *m. deltoideus pars clavicularis et acromialis*, *m. coracobrachialis*, *m. biceps brachii*, *m. supraspinatus*, *m. teres major* a *m. subscapularis* (Dylevský, 2009, s. 110–129; Šašinková & Hudec, 2020, s. 37–39). Kontrabas je také jediný, u kterého se levá ruka dostane za hlavu hráče.

3.1.5 Shrnutí

Hra na smyčcový nástroj je velmi složitá na koordinaci všech kloubů a většiny svalů nejenom horních končetin, ale i postury. Problematika spočívá jak v držení nástroje či jeho velikosti, tak v kineziologii hry.

Horní struny budou mít větší zatížení na levé sedací kosti a jejich trup se bude též více vychylovat vlevo kvůli rychlejším pohybům pravé horní končetiny držící smyčec. Violisté budou muset vynaložit daleko více síly k roztažení prstů levé ruky a větším pohybům v pravém rameni kvůli větším rozměrům instrumentu oproti houslistům. Violoncellisté a kontrabasisté budou také rotovat vlevo, ale větší vahou se budou opírat o pravou sedací kost (Vencel, 2015, s. 124–132).

V jedné studii byl vyvinut protokol na analýzu pohybů v pravém rameni a lokti pomocí systému 3D analýzy MacReflex. Rozsahy pohybů byly testovány u 39 smyčcových muzikantů. Zjistilo se, že ROM (Range of Motion) v *art. humeri* se postupně zvyšoval (směrem od houslí k violoncellům) ($p < 0,001$), ale flexe v *art. cubiti* byla konzistentně větší u houslistů (Turner-Stokes & Reid, 1999).

Všechny smyčce však kvůli statickému sedu a asymetrickému zatížení těla s větší vahou k jedné straně budou mít problémy s axiálním skeletem a případným řetězením do dalších struktur.



Obrázek 6 – Pražský filmový orchestr (Vnenčák, 2018)

3.2 Posturální stabilizační systém

Axiální systém tvoří osový skelet páteře a jeho hydrodynamické (meziobratlové destičky, cévní systém), kinetické (klouby) a kinematické (svaly) komponenty včetně hrudníku a pánve. Má pohybovou, ochrannou a nosnou funkci a je tzv. subsystémem posturálního komplexu ovlivňující i končetiny. Hlavním úkolem je zajistit stabilitu a lokomoci trupu (Dylevský, 2009, s. 69–88).

Do posturálního stabilizačního systému zahrnujeme svaly páteře všech segmentů a funkční stabilizační jednotky, tj. *diaphragma, mm. multifidi, diaphragma pelvis, m. transversus abdominis* a *m. quadratus lumborum*. Nesmíme zapomenout i na svaly aker či kořenových kloubů (Palašáková Špringrová, c2010, s. 15).

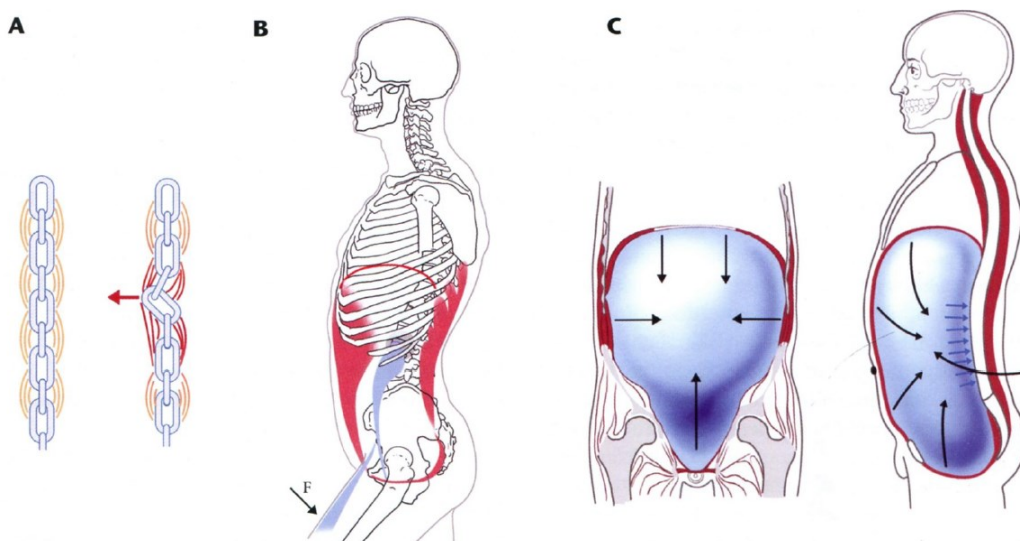
Mezi důležitý faktor mající vliv na vývoj páteře je optimální svalová souhra mezi „dorzální a ventrální muskulaturou“, kterou můžeme rozdělit z funkčního hlediska na: horní/dolní krční sektor, horní/dolní hrudní sektor a horní/dolní bederní sektor (Dylevský, 2009, s. 88; Šafářová & Kolář, 2011, s. 179).

Pro bederní páteř má rozhodující roli souhra extenzorů bederní a dolní hrudní páteře s flexory, které jsou tvořeny funkční souhrou svalů mezi bránicí, břišními svaly a pánevním dnem. Tato flekční synergie stabilizuje páteř z přední strany (tzv. přední stabilizace), a to prostřednictvím nitrobřišního tlaku. Je aktivována při jakémkoliv statickém zatížení a doprovází každý cílený pohyb horních a dolních končetin (Šafářová & Kolář, 2011, s. 179). Pokud bude souhra hlubokých extenzorů páteře s hlubokými flexory krku se společným působením bránice, břišních svalů a pánevního dna vyvážená, bude i optimální posturální vývoj a jeho formativní funkce (lordoticko-kyfotická křivka apod.) (Šafářová & Kolář, 2011, s. 179). Dylevský (2009, s. 88) dodává, že se tato svalová souhra podílí i na vývoji pelvifemorálního komplexu – pokud bude mít člověk trup ve vertikální rovině, budou se talkové síly přenášet i do pánve. Jelikož je sakroiliakální skloubení velmi tuhé, promítá se pohyb až do kloubů kyčelních, od kterých se přenáší zpět do bederní páteře a zádových svalů.

3.2.1 Stabilizační funkce svalů PSS

Nejdůležitějším svalem pro tvorbu nitrobršního tlaku je **bránice**, jež má nejen dechovou (případně sfinkterovou) funkci, ale i tu posturální – aktivuje se tedy při aktivním držení těla v gravitačním poli. Obě funkce mohou probíhat najednou, avšak někdy při náročných situacích dochází k podvědomému zadržení dechu, tedy upřednostnění postury na úkor respiračních funkcí (Šafářová & Kolář, 2011, s. 179). *I během dýchání je nutné udržet nitrobršní tlak, který zajišťuje přední stabilizaci páteře. Pro fyziologickou stabilizaci synchronizovanou s dýcháním je podstatné, aby respirační pohyby bránice probíhaly při její oploštělé konvexní kontuře, tj. při její bazální tonické aktivitě. Za patologické situace sledujeme její vysoký stav a zešikmení* (Šafářová & Kolář, 2011, s. 179).

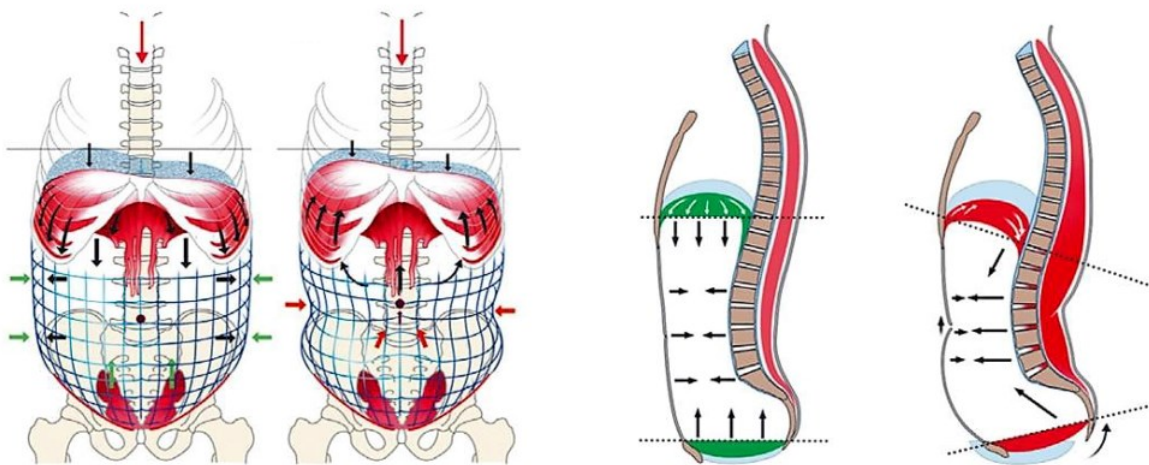
Pokud je *diaphragma* zapojena do stabilizačního režimu, nachází se v horizontální rovině (včetně *centra tendinea*) – díky tomu dokáže zformovat nezbytný intraabdominální tlak. V tomto směru tedy účinkuje jako píst. Pokud by však její činnost byla nedostatečná, hrudník se posouvá vlivem nadměrné aktivity pomocných dýchacích svalů do nádechového postavení (Šafářová & Kolář, 2011, s. 179).



Obrázek 7 – Stabilizace páteře při aktivaci končetinového svalstva (Kolář, c2009a, s. 39)

A – Při svalové aktivaci nesmí dojít k vychýlení segmentu z neutrálního nastavení (model řetězu);
B – při pohybu dolních (horních) končetin je aktivováno svalstvo stabilizující páteř (F = síla);
C – svalová souhra mezi autochtou muskulaturou, bránicí, svaly pánevního dna a břišními svaly za fyziologické situace.

Kromě *diaphragmy* nám nitrobřišní tlak pomáhají nastavit i svaly břicha a pánevního dna, kde záleží na přesném „timingu“ jejich zapojení – neměly by totiž předcházet bránici, jež se zapojuje jako první. Pokud se břišní svaly zapojí předčasně, vede to k vyšší kontrakci paravertebrálních svalů, a tedy nedostatečné stabilizaci bederní páteře zepředu (nadměrná aktivace *m. obliquus externus abdominis* a horní části *m. rectus abdominis*). Z opačného hlediska vede nedostatečná aktivace k insuficienci dolní části *m. rectus abdominis*, *m. obliquus internus abdominis* a *m. transversus abdominis* (Šafářová & Kolář, 2011, s.180). Palaščíková Špringrová (c2010, s. 15) dodává, že nejdůležitějším břišním svalem je zejména *m. transversus abdominis* a na dorzální straně *mm. multifidi* kvůli jejich úponům do abdominální a thorakolumbální fascie zajišťující spolu s pánevním dnem a bránicí stabilitu bederní páteře do rotace a lateroflexe.



Obrázek 8 – Schématické znázornění principu PSS (Jukeš, c2023)

Do pánevního dna podílejícího se na posturálním programu řadíme *m. levator ani*, *m. coccygeus* a *mm. sacrococcygeus ventralis et dorsalis*. Tyto svaly, stejně jako svaly břišní, reagují na dýchání a ovlivňují postavení *os coxae*, tedy i držení těla. Silverstolp uvádí výbavnost tzv. „S reflexu“ u insuficience pánevních svalů, což může být jeden z důvodů nefunkčního PSS. Pokud se však pacient naučí svaly aktivovat či relaxovat, dojde k zániku tohoto reflexu (Véle, 2006, s. 114–115).

3.2.2 Vymezení pojmů postura, posturální stabilita, posturální stabilizace a posturální reaktibilita

Posturu definuje Kolář (c2009a, s. 38–39) jako *aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová. Postura však není synonymem vzpřímeného stoje na dvou končetinách nebo sedu, jak je nejčastěji prezentováno, ale je součástí jakékoliv polohy (např. zvednutí DKK na zádech) a především každého pohybu. Postura je základní podmínkou pohybu.*

Šafářová s Kolářem (2011, s. 177) uvádí, že naším cílem je kompenzovat zátěž tak, abychom se přiblížili se k tzv. ideální postuře, kterou z biomechanického hlediska můžeme chápat jako ekonomické rozložení sil na plochy kloubů, tedy nastavení segmentů (hrudníku, páteře a pánve) takovým způsobem, jenž nám dovolí nejvhodnější zatížení při fázické lokomoci končetin. Jako příklad ukazují hokejistu či tenistu, u kterého na základě jednostranné zátěže může být nepříznivá posturální situace jednou z okolností vzniku poruch funkčních (např. svalové dysbalance) a posléze i strukturálních, jelikož CNS tohoto sportovce bude používat stále stejné svalové souhry – svaly totiž nefungují izolovaně, ale v jednotlivých svalových skupinách, je tedy důležitá jejich koordinace i „timing“.

Vzhledem k posturálním funkcím rozlišujeme posturální stabilitu, posturální stabilizaci a posturální reaktibilitu (Dylevský, 2021, s. 506).

Posturální stabilita je kontinuální držení těla tak, aby nedošlo k nečekanému pádu – bude záležet na opěrné bázi, do které se promítá těžiště (Kolář, c2009a, s. 39). Obecně je tedy výsledkem souhry neurofyziologické (signály z exteroceptivního, zrakového, vestibulárního a propioceptivního systému a ve zpětnovazebném mechanismu informace z nocicepce či interocepce) a biomechanické (poloha a hmotnost těžiště, hmotnost a výška pacienta, plocha opěrné báze, ...) oblasti. Mimo tyto aspekty zde mohou hrát roli i psychické (vnímání, emoce) či kognitivní faktory (chápání, orientace v prostoru, ...) (Hlavová, 2015, s. 11–14).

Posturální stabilizace je aktivní držení těla odolávající účinku vnějších sil (Dylevský, 2021, s. 506). Vše je řízeno z CNS a vždy je zapotřebí zpevnit složky axiálního systému (Bernaciková, 2013). Jde zde především o koaktivační aktivitu agonistů s antagonisty, díky které dochází ke zpevnění daného segmentu a tím i docílení určitého pohybu či vzpřímení těla do sedu, stoje atd. (Kolář, c2009a, s. 39). Antigravitační svaly pomáhající tomuto vzpřímení či lokomoci se řadí do posturálních svalů zmíněných výše (Bernaciková, 2013). *Posturální vzor stabilizace páteře se ve svém kineziologickém obsahu ukládá v CNS jako program* (Šafářová & Kolář, 2011, s. 178). Pokud se budeme snažit o ideální nastavení postoje těla, předpokládáme, že i jednotlivé svalové skupiny se budou optimálně zapojovat, a tedy provádění cvičení bude daleko efektivnější (Bernaciková, 2013).

Posturální reaktivita je síla, kterou musí svaly vykonat pro zdoání určitého odporu (např. držení a zvednutí určitého břemene). Rozlišujeme tu pojmy *punctum fixum* (neboli úponová stabilizace svalu, tj. určitý segment sloužící jako zpevnění pro ostatní) a *punctum mobile* (ostatní segmenty provádějící pohyb) (Kolář, c2009a, s. 40; Šafářová & Kolář, 2011, s. 178). *Opakovaně bylo experimentálně zjištěno, že aktivace bránice, pánevního dna, břišních a zádočných svalů (tedy svalů, které zajišťují zpevnění trupu pro umožnění pohybu končetin) předbíhá pohybovou činnost horní a dolní končetiny* (Kolář, c2009a, s. 40). Lze tedy vyvodit, že páteř spolu s břichem, hrudním košem a kořenovými pletenci tvoří „pevnou kostru“ ovlivňující dané segmenty kvalitativně i kvantitativně. Pokud se tedy stane, že daná část (např. kloub) nebude zatížena optimálně, dojde po čase ke vzniku poruch s určitými morfologickými konverzemi. Důležité je i zmínit, že reaktivní posturální funkce se odehrávají mimovolně (automaticky) (Kolář, c2009a, s. 40).

Jak již bylo výše zmíněno, zraní jednotlivých anatomických struktur, např. vývoj kyfotické páteře do budoucích kyfo-lordotických křivek, je podmíněno programům v CNS – z fyziologického rozvoje CNS tedy vyplývá fyziologický vývoj biomechanický (morfologický) (Šafářová & Kolář, 2011, s. 178).

3.2.2.1 Poruchy postury

Poruchy dělíme do třech kategorií – anatomické, neurologické a funkční (Kolář, c2009a, s. 40). V této práci se budeme zabývat převážně těmi funkčními.

Funkční poruchy vznikají při poškození řízení pohybového aparátu, avšak tkáň jsou v pořádku. V klinickém vyšetření lze tuto situaci napsat jako nedostatečná „oprava“ organismu, a tedy manifestace určitých reflexních změn. Působením určitého faktoru (stres, chronická únava, profesní a sportovní přetížení, ...) může způsobit přetížení tkáň, a pokud organismus nemá dobré reparační schopnosti nebo vyvolávající faktor trvá delší dobu, vyvolá autoreparace reflexní změnou funkční poruchu (Poděbradská, 2018, s. 15).

Do hlavních příčin funkčních poruch s důsledky v PSS patří centrální koordinační porucha (během posturálního vývoje dítěte), poškození nocicepce a způsob zpracování našich stereotypizovaných pohybů (Kolář, c2009a, s. 40–41).

*V průběhu motorického učení je velmi významné vypracovat správně posturálně zjištěný pohyb. Teoretickým požadavkem je vypracovat ekonomiku pohybu tak, aby se účastnily jen svaly, které jej mechanicky realizují nebo posturálně (stabilizačně) zajišťují. Za ideálních předpokladů probíhá pohyb při postavení kloubů, které považujeme za centrované neboli neutrální (Dylevský, 2021, s. 507). Centrované postavení kloubů vede k nejvýhodnějšímu zatížení vazivových i kloubních struktur. Jako příklad si zde můžeme uvést stereotyp dýchání – za fyziologických podmínek dochází k pohybu sternu anterioposteriorně a distribuce dolní části hrudníku laterolaterálně s aktivací bránice a mezižeberních svalů bez podílu pomocných (auxilárních) svalů dýchacích (Dylevský, 2021, s. 507). V praxi se ale setkáme se vzorcem, kdy daný jedinec zapojuje pomocné svaly stále (*mm. pectorales, mm. scaleni*), a tím dochází k aktivaci dalších, které auxilární svaly stabilizují (*mm. suboccipitales*) – to vede k nevhodnému zatížení kloubních struktur či měkkých tkání. Typickou příčinou vedoucí ke změnám napětí svalů, a tím i špatného upevnění posturálních vzorců, je jednostranná zátěž (Kolář, c2009a, s. 41).*

Další poruchy, jež se mohou promítat do postury, je nociceptivní dráždění. Pokud dojde k patologickému stavu působící na organismus, budou se produkovat nociceptivní informace nejenom k vyložení daného stavu centrální nervové soustavě, ale také začnou tvořit další reakce, převážně obranné, aby nedošlo k poškození dané struktury či již daný defekt minimalizovat. Výsledkem je tedy ovlivnění eferentních motorických údajů („reflexní přeprogramování“), tzv. nouzový šetřící program. Následkem něho dojde k různým funkčním změnám, např. ke svalové hypertonii nebo hypotonii, ať už u jednotlivého svalu (vznikem *trigger points*) nebo celé svalové skupiny. To vše, pokud dané (jednostranné) přetížení trvá dlouho, může vést ke vzniku různých patomorfologických poruch (Dylevský, 2021, s. 507).

3.2.3 Posturální ontogeneze osového orgánu

Hlavním cílem posturální ontogeneze je vývoj držení těla, a tedy i zaujmutí centrovaného postavení kloubu díky optimální svalové souhře agonistů s antagonisty – u osového orgánu jde o souhru mezi flexory krku, extenzory páteře a nitrobřišním tlakem, resp. bránicí, břišními svaly a pánevním dnem, k čemuž dochází ve 3,5 měsících v sagitální rovině. K tomuto vývoji probíhá současně i morfologický vývoj skeletu (zakřivení páteře apod.) ovlivňován i zapojením fázických svalů do posturální funkce (Kolář, 2002, s. 107–109; Kolář, c2009a, s. 36–37).

Ve 4,5 měsících dojde k napřimení osového orgánu v sagitální i frontální rovině a rovnovážné aktivitě jak u autochtonních svalů s flexory osového orgánu, tak i u periferních kloubů. Poloha na zádech má přesně definovanou oporu, jež vymezuje *m. trapezius*, *linea nuchae* a zevní kvadrant *mm. glutei*. Dolní končetiny jsou v tzv. trojflexi s abdukci cca 45 ° v kyčlích. Díky uzrání komisurálních drah si miminko spojuje horní končetiny a postupně si šahá na třísla, stehna až prstce nohou. Zapojení *diaphragmy* kromě dechové funkce i do posturální je zde klíčové (Kolář, 2002, s. 107–109; Kolář, c2009a, s. 36–37, 98–99; Hrbáčová, 2016, s. 20–21).

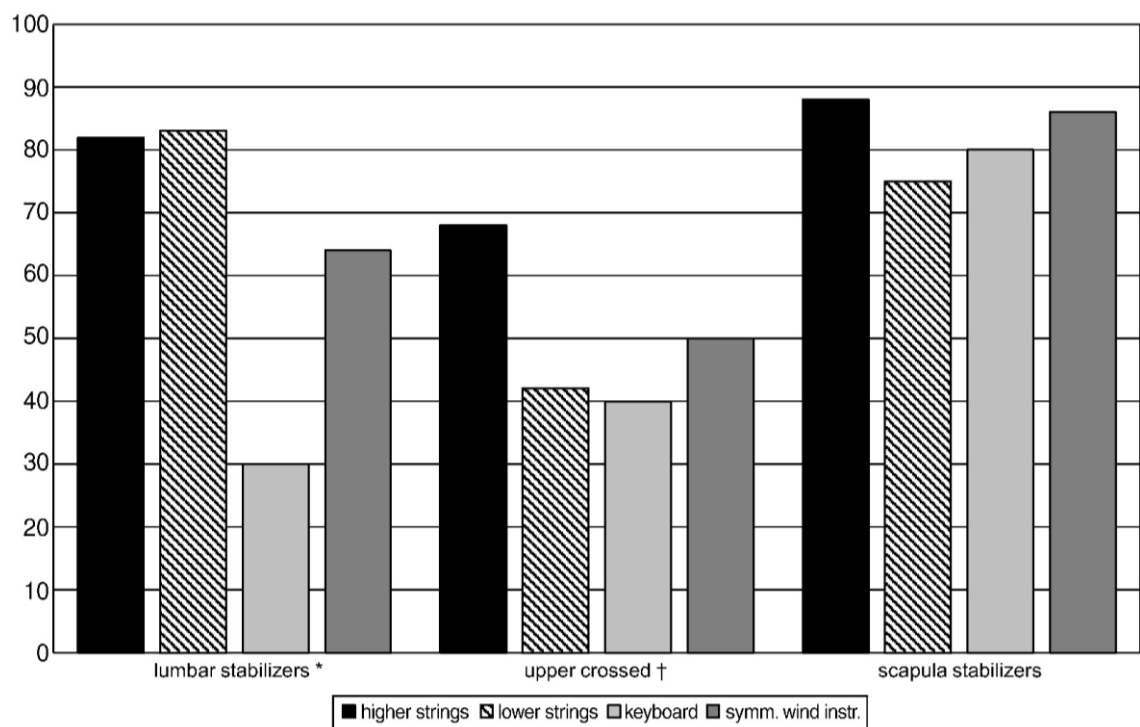
3.3 Muskuloskeletální problémy hudebníků v souvislosti s posturálním stabilizačním systémem

Profese orchestrálního hudebníka je často spojována s problémy pohybového aparátu, zrakových, sluchových poruch včetně těch napojených na výkon, např. trémou. Dá se očekávat, že fyzické potíže budou obecně narůstat s věkem, avšak zdrojů o zdravotních problémech plynoucí ze hry na nástroje není mnoho.

Z rozsáhlé průřezové studie od H. Gembrise, A. Heyeho a A. Seiferta (2018) byla získána data 2 536 hudebníků ze 133 symfonických orchestrů v Německu. Výsledky ukázaly, že více jak každý druhý hudebník (55 %) trpěl fyzickými problémy, které ovlivňovaly jeho výkon. Prevalence výrazně narůstala se zvyšujícím se věkem a nejvíce postiženi byli hráči na smyčcové nástroje a harfisté. Mezi nejčastější problémy byly zmiňovány ty muskuloskeletální (83 %) a ze smyččářů měli nejvíce dysfunkcí houslisté – pravděpodobně kvůli tomu, že se na tento nástroj začíná hrát již v útlém věku a repertoár vyžaduje delší statickou výdrž v asymetrické pozici. Podobná data má i průzkum z Jižní Koreje od Sunga, Sakonga a Chunga (2019), který odhalil, že až 48,1 % orchestrálních hráčů mělo muskuloskeletální problémy v oblasti zad a míra prevalence u smyčcových hráčů byla u violistů vyšší než u houslistů a u kontrabasistů vyšší než u violoncellistů. Fry (1988) doplňuje, že nejčastějším projevem problémů v zádech jsou bolesti se zvýšeným svalovým napětím i s případným snížením svalové síly až motorickým deficitem (pseudoradikulární a radikulární bolesti).

Literární přehled od P. Blanco-Piñeiry, M. P. Díaz-Pereira a A. Martínez (2017) potvrzuje, že 81,5 % z 27 studií jasně identifikovalo vztah mezi posturální stabilitou a další proměnnou (muskuloskeletální problémy, kvalita výkonu atd.). Podle Rietvelde (2013) jsou zranění u hudebníků se špatnou posturální stabilitou způsobeny i náhle zvýšenou zátěží – intenzitou či frekvencí hraní. Nejvíce úrazů se vyskytuje u houslistů (30 %) a klavíristů (20 %). Hráči na smyčcové nástroje a kytaristé tvoří dohromady 53 % zraněných hudebníků.

Ve studii od A. Steinmetze, W. Seidela a B. Mucheho (2010) zkoumali přítomnosti poruch posturálního stabilizačního systému (PSS), konkrétně horní zkřížený syndrom, dysfunkci lopatky a *lumbopelvické* oblasti u 84 hudebníků. Analýza údajů z klinického vyšetření odhalila dysfunkci PSS u 78 (93 %) probandů. U 85 % bylo zjištěno postižení lopatky, 71 % *lumbopelvického* stabilizačního systému a u 57 % byl zjištěn horní zkřížený syndrom. Analýza podskupin (horní struny = housle a viola, spodní struny = violoncello a kontrabas, dechové a klávesové nástroje) prokázala signifikantně větší poškození *lumbopelvického* stabilizačního systému u smyčcových nástrojů ($p = 0,008$), zatímco poruchy stabilizátorů lopatky a syndrom zkřížené horní části byly pozorovány napříč podskupinami. Dále byly přítomny signifikantní rozdíly mezi mužským a ženským pohlavím s vyšší frekvencí poruch lopatky ($p = 0,014$) a horním zkříženým syndromem ($p < 0,001$) u žen. Tento výzkum tedy naznačuje, že insuficience posturálního stabilizačního systému hraje důležitou roli v manifestaci muskuloskeletálních bolestí a PRMDs (playing-related musculoskeletal disorders) u hudebníků.



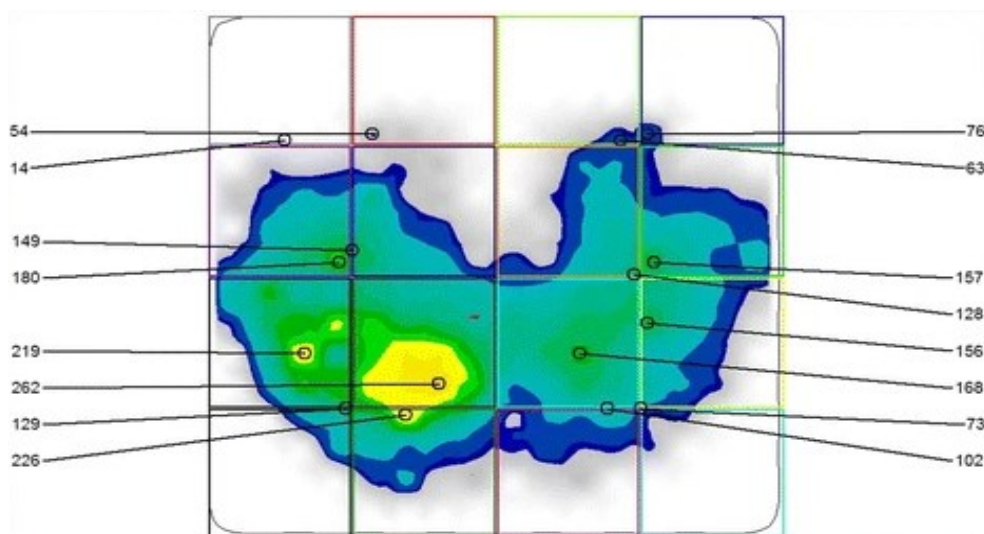
Obrázek 9 – Frekvence (v %) poruch u dílčích podskupin (Steinmetz, Seidel a Muche, 2010)

Výše zmíněné svalové dysbalance, kam kromě horního zkříženého syndromu řadíme i dolní zkřížený syndrom či vrstvý syndrom, ukazují na nerovnováhou dvou svalových systémů – posturálního (tonického) a fázického, což může vést k vadnému držení těla (VDT) (Kolář, 2002, s. 106). Do funkčních poruch VDT řadíme i tzv. skoliotické držení děla, jež se může změnit ve skoliózu. Tato strukturální abnormalita páteře se nejčastěji rozvíjí v období růstového spurtu, tedy mezi 5. a 8. rokem života, což odpovídá době, kdy většina dětí začíná s mimoškolními hudebními aktivitami, nebo v dospívajícím věku od 10 do 14 let, kdy mají žáci méně pohybu a sedí ve škole povětšinou v nesprávné poloze – spolu se špatnou technikou při nácviu hry na smyčcové nástroje mohou tyto faktory přispívat k funkčním až strukturálním poruchám. Toto platí zejména pro smyčcové hráče, kde horní končetiny mají zcela odlišné funkce. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny již u hudebníků ve věku mezi 20 až 30 lety a tento efekt byl zvýšen, pokud se hraní věnovali profesionálně (Bird & Pinto, 2013; Poncela-Skupien, Pinero-Pinto, Martínez-Cepa et al., 2020).

Vliv na PSS mají i židle, které jsou pro muzikanty uniformní (až na kontrabasisty používající vysokou stoličku) s obráceným sklonem opěrky – to vede k ochablému držení těla s nadměrnou kyfotizací bederní páteře nebo, pokud židle nemá opěrku, k nadměrné bederní lordóze a zkrácení *m. erector spinae* (Vencel, 2015, s. 90). V metodice je uváděno sezení na kraji židle jako správný postoj, a to z důvodu tahu smyčce potřebného u hráčů na housle a violy. Bohužel tento postoj může vést k hyperlordóze, což ovlivní segmenty nad i pod bederní páteří. Takto dlouho udržovaná pozice těla dále může podle Moraese & Antunese (2012) přispívat ke sníženému průtoku krve vedoucího ke vzniku bolestivých procesů. Kromě toho poloha zad (i ramen) ovlivňuje expirační rezervní objem – muzikant by se tedy měl snažit o napřímená záda se zevní rotací ramen (pokud to lze). Díky tomu si zvýší dechový objem – ovlivní si množství nasátého vzduchu (Poncela-Skupien, Pinero-Pinto, Martínez-Cepa et al., 2020).

Problematika hudebních židlí byla podrobněji zkoumána ve studii od Ohlendorfové et al. (2017). Ta potvrzuje, že zatímco muzikanti hrající na své nástroje vstojе mohou hýbat celým tělem, sedící hráči nemohou tak dobře kompenzovat asymetrické pohyby horních končetin svými chodidly a koleny, aby udrželi optimální posturu. Dobrá židle by měla přispívat k udržení vzpřímeného držení těla, protože velká část hmotnosti hráče je rozložena na *tuber ischiadicum* bilaterálně. Cílem výzkumu bylo zkoumání vlivu odlišných koncepcí židlí na ergonomii držení těla muzikantů. Studie se zúčastnilo 66 hráčů v orchestru rozdělených do tří skupin podle zkušeností (profesionality), intenzity cvičení a průměrné délky výkonu. K analýze se použila sedací podložka GP SoftMess (GeBioM, Münster, Německo) obsahující 256 odporových snímačů a 6 různých typů židlí – čalouněný taburet, barová židle, klasická židle s opěradlem, židle s opěradlem a se zmenšenou či zvětšenou sedací plochou a židle s bederním válcem. Autorka bohužel neuvádí, jaké konkrétní hudebníky využila či jaká židle by pro ně byla nejvhodnější, ale přibližuje metodu trojrozměrného fázového obrazu měřící vzdálenost páteře od C₇ k L₃, nejvyšší bod na rameni a vzdálenost SIPS pravé i levé strany pánve. Toto měření by mohlo dopomoci k navržení individuální ergonomické židle pro konkrétního hráče.

Ohlendorfová et al. (2017) dodává, že již na školách by měl být kladen důraz na ergonomiku a silová cvičení jakožto doplněk nejenom hudebního vzdělávání.



Obrázek 10 – Rozložení váhy na *tuberi ischiadici* u houslistky (Ohlendorf et al., 2017)

Kromě sedu na židli je potřeba upravit i „pracovní plochu“. V zorném poli by se měl nacházet stojánek s notami jednak pro čtení partitury, tak i kvůli dobrému „výhledu“ na gesta dirigenta. I tyto malé úpravy budou mít vliv na trupovou stabilizaci (Moraes & Antunes, 2012). To potvrzuje i studie od Andradeho et al. (2000), jež uvádí, že posturální problémy byly spojeny s nepohodlím při hraní, např. kvůli špatně nastavenému stojanu nejméně u 90 % hudebníků.

Tijana Purenovic (2007) ještě udává zajímavou myšlenku vlivu nošení pouzdra nástroje na posturu hudebníků. Ve své studii zjistila, že studenti hrající na housle a žesťové nástroje nesoucí „futrál“ na jednom rameni nebo jen v jedné ruce projevují vyšší prevalenci ke skoliotickému držení těla. U hráčů nesoucích nástroj na obou ramenou je kromě skoliotické držení i propagace do větší hrudní kyfózy.

Pokud bych tedy měla shrnout problémy smyčcových hráčů, dá se předpokládat, že u všech bude zapotřebí trénovat trupovou stabilizaci, což nám umožní kompenzovat asymetrické držení těla u daných nástrojů vedoucí ke svalovým dysbalancím, a tím ovlivnit i lokomoci nejenom horních končetin a zmírnit tak nejrůznější obtíže související s muskuloskeletálním aparátem. Ačkoliv podle A. Steinmetze, W. Seidela a B. Mucheho (2010) neexistují žádná prospektivní výzkumná data týkající se dysfunkcí PSS u muzikantů, empirická pozorování a zkušenosti autorů podporují názor, že klinický průběh a terapeutické výsledky PRMDs mají vztah k funkci PSS.



Obrázek 11 – Ladění orchestru (ČVUT, 2019)

3.4 DNS (Dynamická neuromuskulární stabilizace)

Tato metoda vychází z vývojové kineziologie, u které chceme ovlivnit funkci svalu v jeho posturálně pohybové činnosti a zapojit ho do biomechanického řetězce, jelikož i když nám pro sval z hlediska svalového testu mohou vyjít výborné hodnoty, nemusí být jeho posturální aktivita dostatečná. Chybný svalový nábor může vést ke špatné stabilizaci daného segmentu a následného přetěžování až k různým hybným poruchám (viz výše). Kolář se Šafářovou (c2009b, s. 233–234) zde uvádí příklad lumbosakrálního přechodu, jehož nestabilita se projeví větší anteverzí pánve a pozitivním testem flexe v kyčlích vsedě či vleže, což ovlivní i segmenty končetin a jejich svalovou souhru.

Pokud tedy chceme využít principy této metody, začínáme vždy cvičením působící na PSS, resp. trupovou stabilizaci, jelikož očekáváme, že PSS ovlivní správnou funkci končetin. Z hlediska vývojových řad si vybíráme takové cviky, jež vyplývají z našeho cíle, ale musíme mít na paměti, že dané svaly budou vždy začleněny do určité tzv. globální souhry svalů – to znamená, že daný pohyb bude začleněn do centrálních programů biomechanických řetězců. Musíme si ještě dávat pozor, aby posturální síla byla větší jak síla fázických pohybů, jinak si příslušné svaly budou hledat náhradní vzorce a budou je vykonávat svaly s větší silou (Kolář & Šafářová, c2009b, s. 235–236).

Ještě před začátkem terapie je vhodné si pacienta otestovat jak funkčními testy dle prof. Koláře (viz níže), tak zhodnocením dechového vzoru. Tento stereotyp nám ukáže funkční stav bránice ve spolupráci se svaly břišní stěny. Nejekonomičtějším se jeví brániční dýchání, u kterého se rozšiřuje celá dolní apertura hrudníku (viz kapitola 3.2.2.1) (Šafářová & Kolář, 2011, s. 183–184).

Studie od Leeho, Kima, Shina et al. (2022) porovnávala účinky metod DNS, ADIM (abdominal drawing-in maneuver), tedy „zatnutí“ břicha (používáme jej např. při zvedání těžkých vah), a AB (abdominal bracing), neboli vtahování břišních svalů, z hlediska vlivu pohybu bránice a míry zapojení *m. transversus*

abdominis a *m. obliquus externus abdominis*. Výzkumu se zúčastnilo 41 probandů s insuficiencí PSS a k měření byly použity přístroje Simi Aktisys, Pressure Biofeedback Unit (PBU), ultrazvuk a EMG. DNS metoda se ukázala jako nejlepší technika k zajištění vyvážené koaktivace *diaphragmy* a *m. transversus abdominis* (s menším zapojením *m. obliquus externus abdominis*) a k motorické kontrole PSS.

Kim, Lee, Han et al. (2016) navíc na funkční magnetické rezonanci (fMRI) prokázali zapojení subkortikálního thalamu a bazálních ganglií spolu s primární motorickou oblastí (kontralaterálně) při cvičení flexe a extenze kyčle (HFE) v rámci DNS metody ($p < 0,001$).

V dalším výzkumu použili cvičení DNS k ovlivnění stabilizace ramenního pletence a svalové síly ruky. Studie se zúčastnilo 20 zdravých probandů, 10 z nich muselo cvičit v poloze medvěda, na čtyřech (dynamicky i staticky), z nízkého šikmého sedu na dominantní i nedominantní ruce a v tříměsíční poloze – to vše 5× týdně po dobu 6 týdnů v rozsahu 30–120 sekund výdrže ve statické poloze (jeden cvik v dynamické byl prováděn tak dlouho, dokud jej cvičenci udrželi správně). Jako ověřovací metodu použili CITEC digitální dynamometr (Citec, C.I.T. Technics, Haren, The Netherlands) pro měření síly stisku ruky v neutrální, supinační a pronační poloze. Výsledky prokázaly významné zlepšení ve všech parametrech oproti necvičící skupině (síla stisku ruky: $p < 0,05$, stisk v neutrální poloze: $p < 0,001$) (Kobesová, Dzvóník, Kolář et al., 2015).

Pokud tedy chceme ovlivnit trupovou stabilizaci, měli bychom se dle Koláře & Šafářové (2009b, s. 236) zaměřit na:

1. ovlivnění tuhosti a zlepšení dynamiky hrudního koše;
2. ovlivnění napřímení páteře, nácvik posturálního dechového stereotypu a stabilizační funkce bránice (kontrola nitrobřišního tlaku);
3. nácviku posturální stabilizace páteře s využitím reflexní lokomoce;
4. nácviku hluboké posturální stabilizace páteře v modifikovaných polohách a cvičení posturální funkce ve vývojových řadách.

4 METODIKA

Tato diplomová práce představuje experimentální výzkum smyčcových hráčů s odebráním anamnézy, dotazníkovým šetřením, vybranými funkčními testy postury dle prof. Koláře a spirometrií jakožto objektivní metodou měření včetně instruktáže daného cvičení.

4.1 Sběr dat

Sledovanou skupinou jsou neprofesionální hudebníci hrající na smyčcové nástroje ze symfonického orchestru Novoměstská filharmonie. Výzkumu se zúčastnilo celkem 30 probandů – 14 houslistů, 6 violistů, 8 violoncellistů a 2 kontrabasisté, z toho 10 mužů a 20 žen. Věkové rozpětí muzikantů je mezi 18 až 30 lety.

Sběr dat probíhal od ledna (vstupní vyšetření) do dubna 2023 (výstupní vyšetření) se třemi skupinovými cvičeními po orchestrální zkoušce v areálu kina v Novém Městě nad Metují. Získání dat bylo provedeno vstupní kazuistikou zahrnující anamnézu, dotazníkové šetření včetně VAS škály bolesti, hodnocení postury dle Kleina, Thomase a Mayera, testování postury dle prof. Koláře a spirometrie. Výstupní vyšetření se skládalo ze spirometrického vyšetření, posturálních testů a výstupního dotazníkového šetření ohledně bolesti (VAS).

Respondenti odpovídali na otázky slovně či volbou zaškrtování odpovědí jak u funkčních testů, tak ve zpracovaném dotazníku. U spirometrického vyšetření byli poučeni o provedení daného manévru. Ohledně cvičení dostali muzikanti manuál s vyfocenými cviky a popisem, jak je provádět. Měli možnost pravidelné konzultace a také bylo 3× zorganizováno v testovacím období skupinové cvičení pro kontrolu správného provedení a případného opravení chyb.

Všechna data byla odebrána anonymně a všichni probandé souhlasili s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů (viz příloha 3).

4.2 Metodika vyšetření

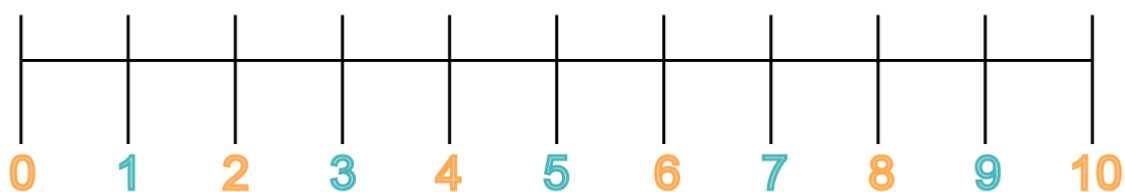
Tato práce se snaží zjistit vliv cvičení dle DNS metody na posturální stabilizační systém vybraných hudebníků.

Nejdříve jsem odebrala anamnézu k celkovému dokreslení obrazu probandů – zjištění držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (viz příloha 4) hodnotící posturální stereotyp v rovině frontální i sagitální se zaměřením na horní část těla (Haladová & Nechvátalová, 2010, s. 84–85), VDT a vyloučení tzv. „red flags“. Po aspekčním a palpačním vyšetření jsem přešla k dotazníku, a poté k testování posturální stabilizace i ventilačních parametrů.

4.2.1 Dotazník

Pro potřeby práce byl vytvořen dotazník k doplnění anamnestických dat se specifickými otázkami týkající se množství hudební zátěže na daného probanda. Vstupní dotazník (viz příloha 1) obsahoval celkem 28 otázek zahrnující základní údaje o pacientovi, od kolika let na daný nástroj hraje, jak často a jak dlouho cvičí, jestli se věnuje nějaké fyzické aktivitě a jakou souvislost má bolest pohybového aparátu s hraním na nástroj. Výstupní dotazník (viz příloha 2) obsahoval již jen 7 otázek ze vstupního dotazníku týkající se bolesti a 2 otázky nové.

Vizuální analogová škála bolesti (VAS) je 10cm úsečka s čísly od 0 do 10, kde daný proband zaznamená jeho aktuální stav bolesti. Číslo 0 představuje žádnou bolest, číslo 10 naopak tu nejhorší možnou, jakou si dokáže představit. Může se použít i tzv. verbální („smajlíci“) či numerická škála (číselná osa na „pravítku“). Je to velmi subjektivní metoda a největší nevýhodu může představovat fakt, že spousta lidí si neumí představit tu „nejhorší možnou“ bolest, dává nám to však dobrou představu o jejich vnímání daného stavu (Sláma & Vafková, c2020).



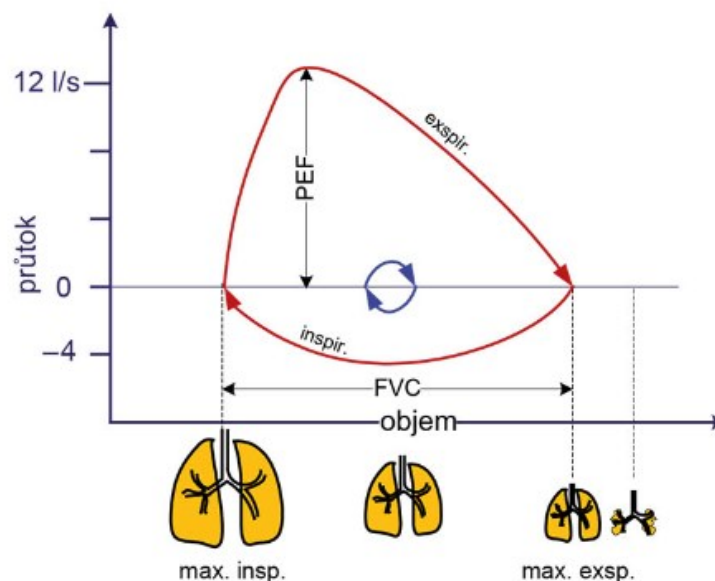
Obrázek 12 – Numerická škála bolesti (Sláma & Vafková, c2020)

4.2.2 Spirometrické vyšetření

Spirometrie byla vybrána jako objektivní metoda pro funkční vyšetření plic. Byl použit spirometr Spirobank II Smart značky MIR, který nám na základě pohlaví, věku a váhy spočítal predikovanou hodnotu FVC a FEV₁ ad., a po vyšetřovacím manévru naměřil aktuální stav těchto parametrů a zobrazil je na *Flow-volume* křivce.

Sledovanými parametry v této práci byly FVC (forced vital capacity), což je usilovná vitální kapacita, a FEV₁ (forced expiratory volume in 1 sec), neboli jednovteřinová vitální kapacita (Kittnar, 2020, s. 264–265). Tyto hodnoty byly získány tak, že daný pacient nejdříve v klidu dýchal, poté provedl maximální nádech následovaný maximálním prudkým výdechem do plastového náustku. Nakonec se ještě nadechl. Po celou dobu měl na nose kolíček. Ze tří pokusů byl vybrán nejlepší možný. Toto vyšetření se použilo jak u vstupního, tak u výstupního testování.

Dynamické plicní objemy (FVC, FEV₁ aj.) se stanovují z časového průběhu výdechu (spirografie). Zdravý člověk vydechne při maximálním úsilí za první sekundu výdechu 80 % vitální kapacity a celou vitální kapacitu vydechne do 3 sekund. Pneumotachograficky lze také měřit další dynamické parametry jako např. maximální rychlost proudu vydechovaného vzduchu (Kittnar, 2020, s. 264–265).



Obrázek 13 – Dynamická spirometrie (Kittnar, 2020, s. 266)

4.2.3 Vyšetření posturální stabilizace páteře

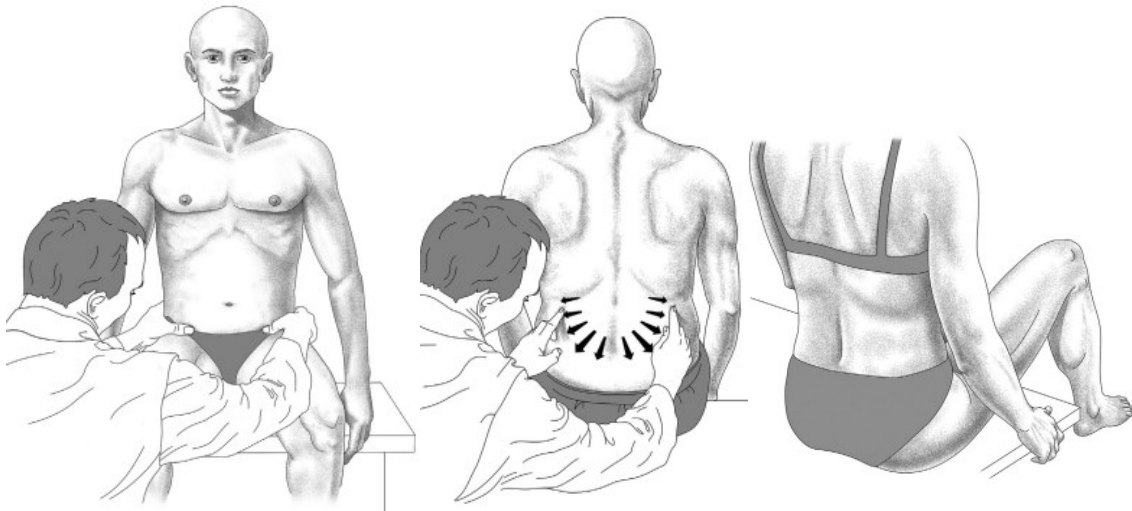
Do funkčních testů k dynamickému vyšetření postury byly provedeny: brániční test, test intraabdominálního tlaku a test flexe v kyčli. Jačisko, Stříbrný, Novák et al. (2020), kteří prošetřovali validitu daných testů pomocí palpace, zjistili střední spolehlivost testu flexe kyčle, bráničního testu a testu regulace nitrobřišního tlaku (korelační koeficient ICC = 0,645–0,707).

Brániční test ukazuje na schopnost aktivování *diaphragmy* v rámci svalové souhry s pánevním dnem a břišním lilem, tj. tlak břišních svalů na nitrobřišní orgány. Pacient při testu sedí s nohama nad zemí (nedotýkají se podlahy) a je instruován k napřímení páteře a výdechovému postavení hrudníku. Terapeut stojí zezadu a napalpuje si prsty laterální stranu trupu pod dolními žebry a mírně zatlačí proti laterální části svalů břišní stěny. Poté pacientovi řekne, aby zatlačil proti jeho tlaku a rozevřel tak mezižeberní prostory a spodní úsek hrudníku. Fyziologicky dojde k danému rozšíření hrudníku, ovšem při poruše budou žebra migrovat kraniálně – pacient tedy neudrží výdechové postavení – hrudník se bude kyfotizovat (Šafářová & Kolář, 2011, s. 184).

Test nitrobřišního tlaku nám hodnotí aktivaci břišní stěny. Pacient opět sedí s horními končetinami volně položenými. Terapeut stojí před probandem a palpuje místo v tříselné krajině – mediálně od SIAS nad hlavicí *art. coxae bilat.* Pacient má za úkol zatlačit proti tlaku terapeuta díky aktivaci břicha. Fyziologicky se stěna břicha nejdříve vyklene, a poté dojde ke kontrakci abdominálního svalstva. U poruch stabilizace dojde ke slabému až asymetrickému tlaku s migrací *umbilicu* kraniálně a nadměrnou svalovou aktivitou horní části *m. rectus abdominis* s *m. obliquus externus abdominis* (Šafářová & Kolář, 2011, s. 185).

U testu flexe v kyčli pacient sedí jako u bráničního testu a více na kraji židle. Terapeut palpuje stejné místo jako u nitrobřišního tlaku, a navíc se předloktím opírá o stehna pacienta. Pacient dostává pokyn střídavé flexe v kyčelním kloubu.

Terapeut dává odpor proti flexi a dívá se na souhyb pánve s páteří. Fyziologicky se aktivují jen svaly břicha, u patologie můžeme shlédnout posun trupu k jedné straně, rotaci pánve, migrování *umbilicu* laterálně, extenzi či lateralizaci *thoracolumbálního* přechodu a kraniální posun hrudníku s případnou aktivací prsních svalů (Šafářová & Kolář, 2011, s. 185).



Obrázek 14 – Funkční testy (Kobesová, Davídek, Morris et al., 2020)

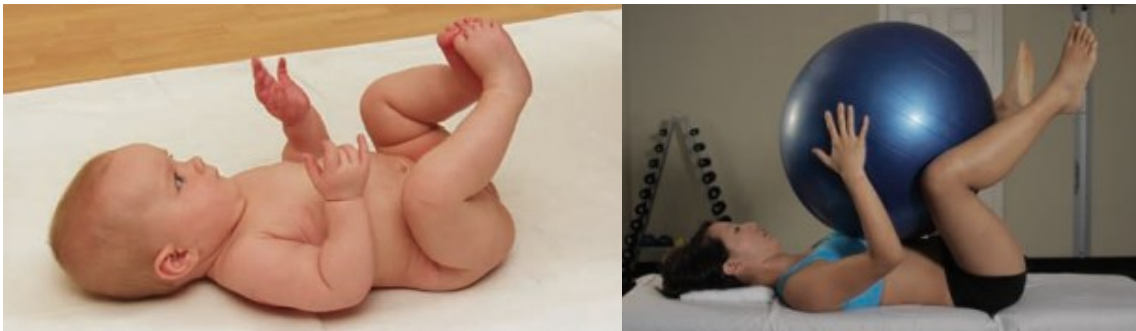
K zaznamenání dat pro vyplnění funkčních testů byla využita standardizovaná tabulka, kterou vytvořili Kobesová, Davídek, Morris et al. (2020). Vzhledem k využití jen tří testů byla tabulka upravena a přeložena pro potřeby této práce (viz příloha 5 a 6).

4.2.4 Náplň skupinového cvičení

Skupinové cvičení DNS probíhalo 1× měsíčně během 3 měsíců (viz příloha 7). Hudebníci byli dále instruováni k autoterapii min. 3× týdně, nejlépe po hraní na daný nástroj. Cvičení trvalo zhruba 15 minut s tím, že každý měsíc si přidali počet opakování daných cviků o 5 (na každou stranu) a zvýšili si výdrž o 30 sekund.

Cvičení bylo rozděleno na tři části. V té první probíhal nácvik nitrobršního tlaku, u kterého probandé leželi na zádech s oporou o týlní kost, trapézový a hýžděový sval a nacvičovali brániční dýchání tak, že si prsty vložili do třísel a snažili se je vytlačit. Dolní končetiny měli nejdříve pokrčené, poté je položili na

míč či židli. Zkoušeli zde odlehčovat jednu a poté i druhou dolní končetinu. Tento nácvik trval zhruba 3–4 minuty. Ve druhé části trénovali **polohu 4,5 měsíce**, kdy zvedli obě dolní i horní končetiny a drželi je nad podložkou (představa objímání gymballu). Tato poloha je definována centrováním postavením v kloubech s tím, že na rozdíl od 3. měsíce je v kyčelním kloubu úhel větší jak 90 °. Podle Koláře & Šafářové (c2009b, s. 239) si musíme dávat pozor, aby *umbilicus* nemigroval kraniálně a nezúžila se spodní část hrudníku. V této poloze měli setrvat 30 sekund 2× po sobě. Následovaly dynamické kombinace HKK a DKK, kdy nejdříve probandé střídavě pokládali paty na zem (5×2), poté obě nohy současně (5×), po odpočinku bylo to samé aplikováno na horních končetinách, a nakonec probíhalo střídání končetin kontralaterálně 10× (k zapojení břišních šikmých řetězců). Nakonec cvičili rotaci trupu, kdy se z výchozí pozice snažili natočit jen horní část po 5 opakováních, a nakonec se přidalo celé tělo, opět 5×. Druhá část zabrala cca 10 minut. V poslední části si probandé sedli na židli, snažili se zatížit obě sedací kosti stejně a opět už probíhal jen nácvik nitrobřišního tlaku. Třetí část zabrala zhruba 2 minuty. Celá sestava pojímala celkem 14 cviků (viz příloha 8).



Obrázek 15 – 4,5měsíční poloha na zádech (Frank, Kobesová & Kolář, 2013)

4.3 Analýza dat

Statické zpracování dat bylo použito u spirometrických parametrů FVC, FEV₁ a u posturálních testů: test nitrobřišního tlaku, brániční test a test flexe kyčelního kloubu při vstupním a výstupním šetření. Hodnoty byly zapsány do programu Microsoft Office 365 Excel a dále zpracovány do výsledných tabulek.

5 VÝSLEDKY

U probandů jsem klasifikovala výsledky vstupního a výstupního vyšetření v rámci celé cvičící skupiny. Vzhledem k počtu probandů bylo dosaženo statistické významnosti, avšak skupina nebyla homogenní (20 žen, 10 mužů).

Měření probíhalo aspekci, palpaci PSS, resp. tříselné krajiny u testu nitrobřišního tlaku a laterální krajiny pod spodními žebry u bráničního testu a testu flexe v kyčli dle Koláře, dotazníkem a spirometrickým měřením.

5.1 Anamnestické údaje

U všech probandů byla nalezena odchylka od „ideální“ postury kromě houslistky č. 5. Většina probandů (60 %) měla chabé držení těla, tj. „C“ podle hodnocení dle Kleina, Thomase a Mayera (č. 4, 7, 9–11, 13–15, 17–19, 21, 22, 25, 27–30), z toho 2 (č. 4 a 7) měli zvětšenou hrudní kyfózu a bederní lordózu, 1 (č. 27) plochá záda a ostatní skoliotické držení. Dva probandé (č. 8 a 23) měli špatné držení těla, tj. „D“ a byla jim diagnostikována skolióza. Pacienti s dobrou posturou, tj. „B“ (č. 1–3, 6, 12, 16, 20, 24 a 26) měli pouze mírně zvětšenou bederní lordózu s hrudní kyfózou (Haladová & Nechvátalová, 2010, s. 84–85).

Probandé č. 2, 15–17 a 26 uvedli, že trpí chronickým zánětlivým onemocněním astma bronchiale. Pacienti č. 9 a 28 uvádějí v abusu kouření (elektronické cigarety na denní bázi). Houslistka č. 6 trpí častými bronchitidami (viz kap. 5.4).

5.2 Výsledky spirometrie

Mezi sledované parametry byly hodnoty FVC a FEV₁. Všichni probandé se u testu usilovné vitální kapacity (FVC) zlepšili o 0,14, tj. 4 % (houslisté, violisté a violoncellisté o 4 %, kontrabasisté o 3 %), u usilovně vydechnutého objemu za 1 sekundu (FEV₁) o 0,15, tj. 4 % (houslisté a violoncellisté o 4 %, violisté a kontrabasisté o 5 %). Nebylo dosaženo hladiny významnosti p–hodnoty.

Hypotéza č. 1 se potvrdila.

Tabulka 3 – Výsledky spirometrického měření FVC a FEV1 (zdroj vlastní)

Spirometrie			FVC [l]			FEV ₁ [l]		
Vyšetření			pred.	před	po	pred.	před	po
1.	Ž	H	3,74	3,43	3,47	3,27	3,07	3,22
2.	Ž*	H	4,17	3,88	3,97	3,65	3,47	3,57
3.	Ž	H	4,17	3,37	3,69	3,65	3,37	3,75
4.	M	H	4,21	4,17	4,17	3,69	3,52	3,62
5.	Ž	H	3,86	3,42	3,79	3,37	3,09	3,25
6.	Ž***	H	4,13	3,87	3,89	3,79	3,34	3,29
7.	Ž	H	3,89	3,33	3,39	3,32	3,07	3,11
8.	M	H	5,49	5,15	5,31	4,61	4,24	4,47
9.	Ž	H	3,73	3,35	3,32	3,25	3,19	3,15
10.	Ž	H	3,89	3,23	3,35	3,65	3,22	3,31
11.	Ž	H	4,07	3,55	3,69	3,62	3,03	3,32
12.	Ž	H	4,17	3,55	3,99	3,69	3,33	3,52
13.	M	H	4,79	4,26	4,39	4,13	3,61	3,78
14.	M	H	5,03	3,61	3,71	4,57	4,01	4,09
15.	Ž	V	3,97	3,45	3,45	3,21	3,05	3,01
16.	M*	V	4,39	3,79	3,98	3,84	3,27	3,49
17.	M**	V	4,45	3,89	4,01	3,99	3,59	3,77
18.	Ž	V	4,04	3,76	3,89	3,53	3,22	3,41
19.	Ž	V	4,33	3,85	4,05	3,97	3,39	3,56
20.	Ž	V	4,45	3,78	3,99	3,74	3,24	3,47
21.	M	VC	4,56	4,04	4,21	4,07	3,59	3,75
22.	Ž	VC	4,21	3,89	4,17	3,69	3,14	3,58
23.	Ž	VC	4,05	3,56	3,71	3,47	2,97	3,05
24.	M	VC	5,49	5,21	5,41	4,61	4,32	4,59
25.	M	VC	4,82	4,38	4,51	4,39	4,01	4,11
26.	Ž*	VC	3,76	3,13	3,25	3,25	2,89	2,98
27.	Ž	VC	3,57	3,31	3,42	3,23	3,03	3,11
28.	Ž**	VC	4,13	3,87	3,83	3,67	3,35	3,31
29.	M	K	5,67	5,42	5,59	4,83	4,58	4,73
30.	Ž*	K	4,21	4,03	4,11	3,72	3,47	3,69

Pozn.: výsledky jsou měřeny v litrech [l] a zaokrouhleny na 2 desetinná místa; Ž = žena, M = muž; H = housle, V = viola, VC = violoncello, K = kontrabas; L = levá strana, P = pravá strana; pred. = predikovaná hodnota běžné populace v zadaném věku, výšce, váze; * = pacienti s astma bronchiale; ** = abusus kouření; *** = pacientka s častými bronchitidami

5.3 Výsledky posturálních testů

K zaznamenání byla použita tabulka dle Kobesové, Davídka, Morisse et al. (2020), která byla upravena a přeložena pro účely této práce. Jednotlivé parametry byly zhodnoceny následovně: 1 = neúspěšný, 2 = špatný, 3 = dostatečný ale ne ideální, 4 = ideální. Stereotyp dýchání v sedě nebyl testován, byl zhodnocen pouze aspekčně.

U testu nitrobřišního tlaku v sedě nás zajímaly 4 faktory: aktivace břišní stěny na levé a pravé straně, proporcionální aktivace *m. rectus abdominis* na levé a pravé straně, neutrální pozice *umbilicu* a kaudální postavení hrudníku. U aktivace břišní stěny došlo zlepšení o 0,53, tj. 22 % vlevo ($p < 0,01$) a o 0,63, tj. 26 % vpravo. Proporcionální aktivace *m. rectus abdominis* se zlepšila o 0,37, tj. 13 % vlevo ($p < 0,05$) a o 0,43, tj. 14 % vpravo ($p < 0,01$). Výsledky pozice *umbilicu* byly lepší o 0,60, tj. 23 % ($p < 0,01$) a hrudníku o 0,9, tj. 38 % (tabulka č. 4).

U bráničního testu v sedě byly pozorovány tyto aspekty: aktivace latero-dorzální břišní stěny, pohyb dolních žebber laterálně, kaudální postavení obou ramen a napřímená pozice páteře. Aktivace břišní stěny byla po cvičení zlepšena o 0,5, tj. 20 % vlevo ($p < 0,1$) a o 0,63, tj. 26 % vpravo ($p < 0,01$). Žebra se lépe rozšiřovala o 0,57, tj. 22 % vlevo ($p < 0,01$) a o 0,63, tj. 25 % vpravo ($p < 0,01$). Postavení levého ramene bylo lepší o 0,8, tj. 33 % a pravého o 0,67, tj. 28 %. Nakonec výsledky páteře v napřímené pozici byly zlepšeny o 0,7, tj. 29 % ($p < 0,01$) (tabulka č. 5).

U testu flexe v kyčli nás zajímalo, zda se nevychyluje trup či páteř a zda není flexe kyčle kompenzována pohyby pánví. Výsledky ukázaly, že se hudebníci zlepšili v postavení trupu o 0,63, tj. 30 % vlevo ($p < 0,05$) a 0,57, tj. 25 % vpravo ($p < 0,01$), dále v postavení páteře – o 0,7, tj. 36 % vlevo ($p < 0,01$) a o 0,57, tj. 27 % vpravo ($p < 0,01$) a nakonec i v postavení pánve o 0,7, tj. 39 % ($p < 0,01$) (tab. č. 6).

Hypotéza č. 2 se potvrdila.

Tabulka 4 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u testu nitrobřišního tlaku (zdroj vlastní)

Test nitrobřišního tlaku v sedě	Aktivace břišní stěny				Proporcionální aktivace <i>m. rectus abdominis</i>				Umbilicus zůstává v neutrální pozici***		Hrudník je v postavení kaudálním			
	L***		P		L**		P***		před	po	před	po		
	vyšetření	před	po	před	po	před	po	před					po	
1.	Ž	H	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3
2.	Ž	H	3	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	3
3.	Ž	H	2	3	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3
4.	M	H	2	3	2	3	3	4	3	4	2	3	2	3
5.	Ž	H	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	2	4
6.	Ž	H	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
7.	Ž	H	4	4	3	4	3	3	2	3	2	2	2	3
8.	M	H	3	3	2	3	2	3	3	3	1	2	1	3
9.	Ž	H	1	3	2	3	4	4	4	4	3	4	2	3
10.	Ž	H	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	2	3
11.	Ž	H	2	3	2	2	4	3	4	4	2	3	3	4
12.	Ž	H	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	2	3
13.	M	H	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	2	3
14.	M	H	2	3	2	3	3	4	3	3	2	3	2	3
15.	Ž	V	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3
16.	M	V	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	2	3
17.	M	V	1	2	2	3	3	4	3	4	3	3	2	4
18.	Ž	V	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	3	4
19.	Ž	V	2	3	2	3	3	2	3	3	2	4	3	4
20.	Ž	V	3	3	2	3	2	3	3	4	3	4	3	3
21.	M	VC	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	2	3
22.	Ž	VC	1	3	2	3	3	3	4	4	3	3	3	4
23.	Ž	VC	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3
24.	M	VC	3	3	3	3	3	4	3	4	2	3	3	4
25.	M	VC	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3
26.	Ž	VC	3	2	3	3	2	3	3	4	3	4	2	3
27.	Ž	VC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
28.	Ž	VC	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3
29.	M	K	2	2	3	4	3	3	3	4	3	3	2	3
30.	Ž	K	2	3	2	3	3	4	3	4	2	3	2	3

Pozn.: Ž = žena, M = muž, H = housle, V = viola, VC = violoncello, K = kontrabas, L = levá strana, P = pravá strana; * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Tabulka 5 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u bráničního testu (zdroj vlastní)

Brániční test v sedě			Aktivace latero- dorzální břišní stěny				Pohyb dolních žebér laterálně				Ramena jsou v kaudálním postavení		Páteř zůstává v napřímené pozici***	
			L*		P***		L***		P***		před	po	před	po
			před	po	před	po	před	po	před	po				
1.	Ž	H	2	3	2	3	3	4	2	3	3	4	2	3
2.	Ž	H	3	3	3	3	2	3	3	4	2	3	2	3
3.	Ž	H	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3
4.	M	H	1	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3
5.	Ž	H	1	2	1	3	1	2	2	3	2	3	1	2
6.	Ž	H	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
7.	Ž	H	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
8.	M	H	2	3	3	4	3	4	2	4	2	3	3	3
9.	Ž	H	3	3	2	4	2	4	3	3	2	3	3	4
10.	Ž	H	3	4	2	3	3	4	3	4	2	3	2	3
11.	Ž	H	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3
12.	Ž	H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4
13.	M	H	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3
14.	M	H	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3
15.	Ž	V	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	4
16.	M	V	3	3	3	4	3	4	2	3	3	4	3	3
17.	M	V	2	3	2	3	2	2	3	3	1	2	2	3
18.	Ž	V	1	3	2	2	2	3	3	3	1	3	2	3
19.	Ž	V	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2
20.	Ž	V	2	3	2	3	2	3	1	2	2	3	2	3
21.	M	VC	2	4	2	3	2	3	3	4	2	3	2	2
22.	Ž	VC	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2
23.	Ž	VC	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
24.	M	VC	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	2	4
25.	M	VC	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	2	3
26.	Ž	VC	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3
27.	Ž	VC	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3
28.	Ž	VC	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
29.	M	K	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4
30.	Ž	K	2	3	3	4	2	3	3	4	2	3	3	3

Pozn.: Ž = žena, M = muž, H = housle, V = viola, VC = violoncello, K = kontrabas, L = levá strana, P = pravá strana; * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Tabulka 6 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u testu flexe kyčle v sedě (zdroj vlastní)

Test flexe kyčle			Trup je stabilní ve frontální rovině				Páteř je stabilní v sagitální rovině				Pánevní je stabilní***	
			L**		P***		L***		P***		před	po
Vyšetření			před	po	před	po	před	po	před	po		
1.	Ž	H	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3
2.	Ž	H	1	2	2	3	2	3	2	3	2	2
3.	Ž	H	2	3	2	3	2	3	2	2	1	2
4.	M	H	1	1	1	2	2	2	3	3	1	2
5.	Ž	H	1	2	2	3	1	3	2	2	1	2
6.	Ž	H	2	3	3	3	1	2	1	2	2	2
7.	Ž	H	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2
8.	M	H	2	2	2	3	1	2	2	3	1	3
9.	Ž	H	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2
10.	Ž	H	2	3	2	2	1	2	1	1	2	1
11.	Ž	H	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2
12.	Ž	H	2	3	3	3	2	3	2	2	1	2
13.	M	H	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3
14.	M	H	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3
15.	Ž	V	2	3	2	3	2	3	2	3	1	2
16.	M	V	1	3	2	3	2	3	2	2	1	2
17.	M	V	1	2	1	2	1	2	2	3	2	2
18.	Ž	V	1	2	2	3	1	2	1	2	2	3
19.	Ž	V	2	3	1	2	2	3	2	2	1	2
20.	Ž	V	1	3	1	2	1	2	2	3	1	2
21.	M	VC	3	3	2	3	2	2	2	2	1	2
22.	Ž	VC	2	3	3	3	2	1	2	2	3	3
23.	Ž	VC	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3
24.	M	VC	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3
25.	M	VC	3	2	3	4	3	4	3	4	3	4
26.	Ž	VC	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3
27.	Ž	VC	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3
28.	Ž	VC	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3
29.	M	K	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4
30.	Ž	K	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3

Pozn.: Ž = žena, M = muž, H = housle, V = viola, VC = violoncello, K = kontrabas, L = levá strana, P = pravá strana; * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

5.3.1 Výsledky posturálních testů u jednotlivých nástrojů

U testu nitrobřišního tlaku se po třech měsících cvičení nejvíce zlepšili kontrabasisté (o 30,8 %), poté houslisté (o 23 %), violisté (o 22 %) a violoncellisté (o 21,5 %). U bráničního testu měli nejlepší výsledky violisté (o 38,9 %), houslisté (o 29,9 %) a violoncellisté s kontrabasisty dosáhli shodně zlepšení o 16,9 % a u testu flexe kyčle dopadli nejlépe violisté, kteří se zlepšili o 66,6 %, poté houslisti (o 32,2 %), kontrabasisté (o 30,2 %) a nakonec violoncellisté (o 18 %).

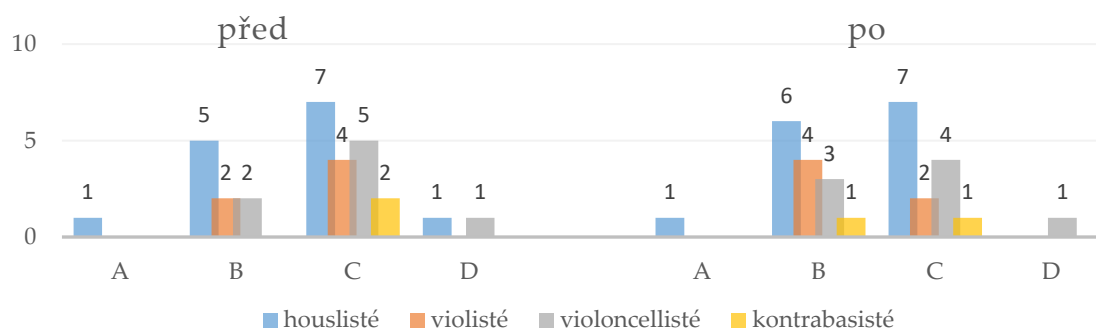
Vzhledem k nerovnoměrnému zastoupení jednotlivých nástrojů (14 houslí, 6 viol, 8 cell a 2 basy) a pohlaví (20 žen a 10 mužů) nejsou výsledky zcela přesné.

5.4 Výsledky posturálního stereotypu

Aspekční vyšetření podle Kleina, Thomase a Mayera (viz příloha 4) je subjektivní hodnocení držení těla, které se dle kvality klasifikuje na 4 stupně: A – výtečné, B – dobré, C – chabé a D – špatné (Haladová & Nechvátalová, 2010, s. 84–85).

Při vstupním vyšetření bylo zjištěno, že 18 probandů (60 %) má chabé držení těla, tj. „C“ (pacienti č. 4, 7, 9–11, 13–15, 17–19, 21, 22, 25, 27–30), 9 (30 %) dobré držení, tj. „B“ (pac. č. 1–3, 6, 12, 16, 20, 24, 26), jeden (3,33 %) výtečné (pac. č. 5), tj. „A“ a dva (6,66 %) špatné držení těla (pac. č. 8 a 23), tj. „D“. Po cvičení se celkem zlepšilo 6 pacientů (20 %) o jeden stupeň (pacienti č. 8, 11, 17, 18, 22 a 29). Nebylo dosaženo hladiny významnosti p-hodnoty.

Hypotéza č. 4 se nepotvrdila.



Graf 1 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření posturálního stereotypu (zdroj vlastní)

5.5 Výsledky dotazníku

Vstupního dotazníkového šetření o 28 otázkách (viz příloha 1) se zúčastnilo všech 30 probandů (20 žen a 10 mužů) vyšetřovaných v této práci – 14 houslistů (10 žen a 4 muži), 6 violistů (4 ženy a 2 muži), 8 violoncellistů (5 žen a 3 muži) a 2 kontrabasisté (1 muž a 1 žena) s věkovým rozmezím od 18 do 30 let, kdy šesti probandům bylo 23 let, čtyřem 21, 24 a 25 let, třem 27 let, dvěma 26 let a zbytek byl zastoupen jedním probandem.

Dále z nich 19 uvedlo, že začali hrát na nástroj v 6–7 letech, 8 z nich ve 4–5 a 3 až v 8 či více let. Na nástroj tedy hrají 16–20 let (18 hráčů), 11–15 let (7 hráčů) nebo 21 a více let (5 hráčů).

Z uvedených výpovědí cvičí 18 muzikantů na svůj nástroj 2–3× týdně, dalších 9 max. 1× týdně a 3 dokonce 4× týdně i více. V průměru tedy stráví hraním 4–6 hodin (14 z nich), 0–3 hodin (13 z nich) nebo 7 hodin a více (3 z nich) za týden, z toho pouze 3 probandé nyní (před aplikací výzkumného cvičení) má zadané kompenzační cvičení od svého učitele nebo fyzioterapeuta.

Sportovním aktivitám se hudebníci moc nevěnují, 19 z nich uvedlo, že se hýbou max. 1 hod. týdně, 10 z nich kolem 3–4 hod. a jeden více jak 5 hod. za týden. Ze sportů byla nejvíce zastoupena chůze, ať už v rámci turistiky nebo procházky se psem (10×), poté posilovna (4×), běh (4×), cyklistika (2×), volejbal (2×), lezení (2×) a jiné. Převažovala tedy aerobní zátěž (20×) nad anaerobní (10×).

Zdravotní obtíže související s hraním uvedli pouze 2 probandé – jeden má syndrom karpálního tunelu, druhý syndrom zmrzlého ramene. Všechny zúčastněné ovšem trápí bolesti muskuloskeletálního aparátu, a to nejvíce na páteři (29×, z toho 19× bederní, 5× hrudní, 4× krční a 1× křížová oblast), poté na HKK (25×) a na DKK (3×). Pouze 7 pacientů bolest omezuje buď v běžném fungování (3×) nebo v nějakém sportu (4×) a ovlivnila jim v daném týdnu náladu.

Poslední otázky z celkem 28 ze vstupního dotazníku byly zaměřeny na hodnocení určitých situací pomocí VAS škály bolesti. Ty se týkaly prožité bolesti, kterou zažili v daném týdnu, na denní bázi, a hlavně během či po hraní na nástroj.

Za poslední týden probandé zažili největší bolest mezi 1–6/10 (14× 2/10, 5× 4/10, 4× 3/10, 3× 6/10, 2× 5/10 a 2× 1/10), nejnižší mezi 0–3/10 (20× 0/10, 8× 1/10, 1× 3/10 a 1× 2/10). V průměru se jejich bolest pohybuje okolo 0–1/10 (25×), nyní prožívá bolest mezi 0–1/10 také 25 hudebníků. Během hraní na nástroj probandé pociťují malou bolest (15× 1/10, 8× 2/10, 4× 0/10 a 3× 3/10), ovšem po hraní udaná bolestivost vzrostla (12× 2/10, 8× 3/10, 5× 4/10, 3× 1/10 a 2× 6/10).

Poslední otázka se týkala DNS metody – zda o ni muzikanti někdy slyšeli. Pouze 4 z nich se s ní setkali a už podle ní v minulosti cvičili.

Výstupní dotazník (viz příloha 2) obsahoval pouze 9 otázek, z nichž 6 bylo totožných s dotazníkem vstupním (otázky č. 22–27, viz příloha 1). Zbylé dvě otázky se zabývaly tím, zda si probandé myslí, že jim cvičení pomohlo ve snížení bolesti a zda se jim pocitově hraje lépe (např. delší prodleva od nástupu bolestí).

Nejvyšší bolest se v průměru snížila o 0,5, tj. 7,1 %, nejnižší o 0,2, tj. 2,8 %. Probandé pociťovali v průměru bolest nižší jak u vstupního vyšetření o 0,3, tj. o 2,5 % a tu, kterou pociťovali v den výzkumu, se snížila o 0,3, tj. o 3,9 %. Během hraní měli průměrně nižší bolest o 0,3, tj. 3,5 % a po hraní se snížila o 0,6, tj. 7,8 %. Každý z probandů se tedy zlepšil min. o 1 škálu VAS alespoň v jedné z dotázaných oblastí. Nebylo dosaženo statistické významnosti p–hodnoty.

Všichni také zaškrtnuli, že si myslí, že jim dané cvičení pomohlo ve snížení bolesti a hraje se jim tedy lépe (např. vydrží déle ve statické poloze bolestí).

Po dotázaní, zda by chtěli cvičit i nadále v rámci kompenzační péče po orchestrálních zkouškách se všichni shodli, že chtějí pokračovat.

Hypotéza č. 3 se potvrdila.

6 DISKUZE

Tato práce se zabývá posturálním stabilizačním systémem u smyčcových hudebníků. V teoretické části je popsáno držení jednotlivých nástrojů, popis muskuloskeletálního aparátu zapojeného do kineziologie hry včetně problémů týkajících se nesprávně zapojeného PSS. Nakonec je zde popsána metoda DNS.

Muzikanti začínají hrát na smyčcový nástroj už od útlého věku, jelikož je tato činnost velmi náročná – ať už kvůli asymetrickému držení nebo kvůli tomu, že horní končetiny vykonávají naprosto odlišnou činnost a skloubit veškeré aspekty včetně čtení not a jejich modalit (dynamika, styl, ...) vyžaduje mnoho práce. Wang, Xu, Guo et al. (2022) upřesňuje, že hraní je multimodální tréninkové schéma související s pamětí, emocemi a více smyslovou zpětnou vazbou.

Pokud učenec začne podle dr. Suzukiho s nástrojem do 6 let, je tu díky lepší plasticitě mozku vysoká pravděpodobnost, že pojme nejvíce poznatků a nejlépe si je zafixuje (Bartošová, 2020, s. 20–21). To uvádí i studie od Irelanda, Iyera & Penhunea (2019) jež dokazuje, že hudebníci, kteří začali trénovat před sedmým rokem věku, vykazují zlepšení struktury mozku ve srovnání s těmi, kteří začali hrát později. Na základě těchto důkazů se předpokládá, že trénink ve specifických obdobích zrání mozku v dětství vede k větší plasticitě a tím k lepšímu učení a výkonu v dlouhodobém horizontu. S tím korelují i poznatky od Schwenkreise et al. (2007) o rozšířenější kortikální mapě v pravé hemisféře muzikantů mající vliv na plasticitu mozku.

Vzhledem k nízkému věku dětí začínajících s hraním na ZUŠ však přichází i větší riziko zafixování nesprávných posturálních stereotypů, jelikož stále není kladen dostatečný důraz na adekvátní kompenzační cvičení. Navíc ne každý vyučující se zajímá o posturu hudebníka při držení nástroje či kineziologii hry. Podle Moraese & Antunese (2012) do rizikových faktorů také patří: nevhodný cvičební režim, nesprávné herní návyky, držení těla či náhle zvýšená intenzita hraní (např. v koncertním období).

Ostwald dodává, že zkrácení doby tréninku, rozcvičení před hrou, začlenění dob odpočinku během tréninku, náprava nesprávné techniky a adekvátní stravovací návyky včetně hydratace pomáhají v prevenci zranění (Moraes & Antuanes, 2012).

Kromě výše zmíněných faktorů a anatomických variabilit daného jedince hrají roli i ergonomické pomůcky včetně židlí.

Ergonomická ramenní opěrka neboli pavouk je důležitou součástí houslí a viol při držení a kineziologii hry – muzikant díky ní nedává *glenohumerální* kloub do takové protrakce a elevace či nesklání hlavu do větší lateroflexe s rotací. Výhodou je i lepší znělost nástroje – dřív se totiž používaly menší opěrky, tzv. ramenní vycpávky, jež naléhaly na trup nástroje a ovlivňovaly tak akustiku tónů. Moraes & Antunes (2012) zmiňují kvůli pavoukovi sice vyšší hmotnost houslí/viol, a to až o 20 %, ovšem stále převyšuje snížení možných rizik a nepohodlí při hře.

I židle jsou důležitou součástí celého procesu – přes 90 % muzikantů v symfonickém orchestru kromě těch, kteří hrají na tympány a jiné perkusové nástroje, při hraní sedí. Vencel (2015, s. 90) zmiňuje jednotnost židlí, byť by ji každý z nástrojů potřeboval mít specificky upravenou pro své potřeby. Jedinou výjimkou jsou kontrabasy, u kterých se vyrábí vysoká barová židle, ovšem bez možnosti opěrky. Moraes & Antuanes (2012) tento názor podporují a dodávají, že špatné držení těla kvůli neergonomické židli může přispívat ke sníženému průtoku krve vedoucího ke vzniku bolestí. Ohlendorfová et al. (2017) udělala výzkum zabírající se vlivem různých typů židlí na posturu hudebníka. Její data sice neznázorňují přesný formát, jaká židle by se měla použít k jakému nástroji, ovšem její měření může dopomoci k individuálnímu návržení daného nábytku.

Moraes & Antuanes (2012) ještě dodávají, že by si hudebníci měli upravit svoji „pracovní“ plochu, tj. výšku stojanu a natočení židle tak, aby trup nebyl v rotaci a zároveň aby měli dobrý výhled na gesta dirigenta. S tím se shoduje i Andrade et al. (2000), podle kterého tvoří špatné zařízená plocha 90 % problémů při hře.

Ekonomické pohyby a aktivní postura, což v našem kontextu znamená, že muzikant vynakládá minimum fyzické síly k udržení segmentů těla v gravitačním prostoru, jsou nezbytnou podmínkou pro nepřetržitý hudební výkon. Pokud hráč pocítí bolest, je nucen zkoušet alternativní držení těla pomocí převážně fázických svalů, které mohou vést k posturálním problémům i zhoršit herní výkon, pokud není tato aktivita kompenzována (Ohlendorf et al., 2017). Podle studie od H. Gembrise, A. Heyeho a A. Seiferta (2018) trpí problémy ovlivňující výkon až 55 % muzikantů. Asymetrický postoj a s tím související svalová aktivita a pohyblivost kloubů tedy přispívá k muskuloskeletálnímu diskomfortu (Rensing, Schemmann, Zalpour, 2018).

Míra muskuloskeletálních poruch je vysoká, až 83 %. Nejvíce se tyto problémy vyskytují u smyčcových nástrojů (Gembris, Heye a Seifert, 2018). Podle Sunga, Sakonga a Chunga se 48,1 % potíží vyskytuje v oblasti zad.

Souvislost mezi muskuloskeletálními poruchami a posturální stabilitou identifikovali P. Blanco-Piñeiro, M. P. Díaz-Pereira a A. Martínez (2017) ve svém literálním přehledu. Steinmetz, Siedel a Muche (2010) naznačili souvislost bolestí pohybového aparátu s insuficiencí posturálního systému, konkrétně až 93 % testovaných probandů, z toho 85 % problémy se stabilizací lopatky, 71 % s *lumbopelvicou* stabilizací a 57 % mělo horní zkřížený syndrom. Tato studie mě vedla k výzkumu PSS u smyčcových nástrojů.

Metoda DNS se jeví jako jedna z účinných diagnosticko-terapeutických konceptů u lidí s insuficiencí PSS. Podle výzkumu od Leeho, Kima, Shina et al. (2022) se u ní projevila nejlépe vyvážená koaktivace bránice s *m. transversus abdominis* a motorická kontrola PSS. V jiné studii se při cvičení DNS v rámci trénování flexe a extenze kyčelního kloubu na fMRI jasně prokázal i neurofyzilogický princip tohoto konceptu – zapojení subkortikálního thalamu a bazálních ganglií spolu s primární motorickou (kortikální) oblastí na kontralaterální straně (Kim, Lee, Han et al., 2016).

Doposud neexistují prospektivní studie o účinnosti DNS cvičení u muzikantů hrajících na smyčcové nástroje. V tom spočívá novost tohoto výzkumu ve srovnání s jinými publikovanými články.

Praktická část se skládá ze vstupního kineziologického rozboru obsahující anamnestická data, aspekční vyšetření a testování postury včetně její funkční složky. Jako objektivní metoda byla vybrána spirometrie. Výzkumu se zúčastnilo 30 probandů mezi 18–30 lety, z toho 10 mužů a 20 žen. Všichni účastníci hrají v Novoměstské filharmonii a žádný z nich se nevěnuje hraní „na plný úvazek“. Sběr dat probíhal v lednu (vstupní vyšetření) a v dubnu (výstupní vyšetření), přičemž v testovacím období bylo 3× zorganizováno společné cvičení.

Do limitů práce se určitě řadí absence kontrolní skupiny a její nehomogenita – počet probandů byl v každé sekci jiný včetně nerovnoměrného zastoupení pohlaví. Vzhledem k tomu, že byl výzkum prováděn na reálném orchestru, nebylo možné zajistit rovnoměrný počet probandů u jednotlivých nástrojů. Dále mezi limity patří subjektivní vyšetření palpačního a aspekčního charakteru, jednorázové vstupní či výstupní vyšetření, dotazníkové šetření obsahující subjektivně hodnocenou škálu bolesti (VAS) odrážející momentální psychický a fyzický stav jedince, píle probandů v dodržování dané cvičební jednotky v zadaném rozsahu a frekvence po dobu 3 měsíců. Lze ještě konstatovat, že toto období bylo bez koncertů a hudebníci se tak nenacházeli v náročném hracím období – je tedy možné, že data vyšla lépe než při běžném vytížení.

Vyšetření posturální stabilizace pomocí testování DNS palpací se sice jeví jako nedostatečně objektivní, avšak Jačisko, Stříbrný, Novák et al. (2020) potvrdili střední spolehlivost tohoto testu u palpačního šetření nitrobřišního tlaku, bráničního testu a flexe kyčle (ICC = 0,645–0,707) – výsledky porovnali pomocí nového přístroje DNS Brace. Toto zařízení vedlo k vymyšlení tzv. Ohmbeltu, tedy opasku obsahující senzory, jež snímají aktivitu bránice. Dá se tedy využít jak k vyšetření, tak k autoterapii – pacient si jej může i zakoupit (Ohmbelt, c2023).

Hypotéza č. 2 ověřovala, zda cvičení DNS po dobu 3 měsíců zlepší výsledky funkčních testů u probandů (brániční test, test nitrobřišního tlaku, test flexe kyčelního kloubu). Tyto testy hodnotí především kvalitativní složku jeho provedení. Individuální variace jako je somatotyp, věk, životní styl, kondice a sportovní aktivity mohou ovlivnit funkčnost pohybového systému. Výhodou však je, že navrhované testy pomáhají nastavit „baseline“ pro pacienta, který si následně může představit, jak moc je vychýlen od „ideální“ postury (Kobesová, Davídek, Morris et al., 2020). Cvičení dle DNS je založeno na vývojových kineziologických modelech – zahrnuje vrozené motorické vzorce či programy, jež umožňují dítěti vyvinout ideální posturu, funkční centraci kloubů, optimální dýchání a lokomoční pohyby v průběhu ontogeneze. Cvičení na stabilizaci trupu zlepšuje statickou a dynamickou rovnováhu a hraje důležitou roli v prevenci a rehabilitaci nejenom sportovních zranění (Davídek, Anděl & Kobesová, 2018).

Z výsledků, které potvrzují hypotézu č. 2 a jsou blíže popsány v kapitole 5.3, vyplývá, že všichni probandé se v jednotlivých testech zlepšili. Celkově si hudebníci vylepšili skóre o 22,6 % v testu nitrobřišního tlaku, o 26,14 % u bráničního testu a o 31,4 % v testu flexe kyčle. V každém testování bylo hodnoceno více parametrů. Jelikož je tento vyšetřovací protokol s jednotlivými zkoumanými parametry poměrně novější, existuje zatím 1 studie s těmito daty formou vstupního a výstupního testování. V té zkoumali vliv cvičení DNS a tradičního cvičení na PSS elitních futsalových hráčů. Po 10 týdnech cvičení bylo prokázáno, že cvičení zaměřené na PSS mělo lepší vliv na posturální stabilizaci než tradiční cvičení (Jebavý, Baláš, Vomáčková, 2020). Na druhou stranu můžeme nalézt spoustu studií, které prokazují účinnost DNS cvičení. Tato metoda má vliv na zvětšení maximální pádlovací síly u kajakářů (Davídek, Anděl & Kobesová, 2018), posturální stabilitu či rovnováhu u pacientů s roztroušenou sklerózou (Marand, Dehkordi, Roohi-Azizi et al., 2022) nebo na zlepšení kvality pohybů u pacientů s chronickou bolestí zad (Kararti, Özsoy, Özyurt et al., 2023).

Ze studie od Davidka, Anděla & Kobesové (2018) také vyplývá, že by cvičební jednotka měla trvat min. 6 týdnů, jelikož až mezi 4. a 6. týdnem došlo k většímu nárůstu výkonu. Navíc použitím stabilizačních cviků lze předejít zranění či přetížení, pro které je typické asymetrické zatížení způsobené laterální preferencí – stačí jej cvičit 2–3× týdně v hlavní sezóně (Jebavý, Baláš, Vomáčková, 2020).

Vyšetření dle Kleina, Thomase a Mayera se neřadí do objektivních metod, ale je velmi výhodná z důvodu časové nenáročnosti a nepotřebnosti pomůcek. Je zde detailně popsáno držení jednotlivých segmentů, bohužel ne všechny pojmy použité v hodnocení jsou jednoznačné. Autor také vynechává popis dolních končetin. *Není zcela jasné, jak hodnotit jedince, u něhož se výrazně liší kvalita postavení různých částí těla (např. hlava a břicho odpovídají dobrému držení, ale postavení lopatek špatnému)* (Vojtíková, Vařeková, 2016).

Hypotéza č. 4 byla zaměřena na posturální stereotyp smyčcových muzikantů zhodnocený dle výše uvedeného vyšetření. Všichni probandé kromě houslistky č. 5 měli posturální odchylku od „ideální postury“, dvěma z nich (č. 8 a 23) diagnostikovali skoliózu, 15 z nich (č. 9–11, 13–15, 17–19, 21, 22, 25, 28, 29 a 30) mělo skoliotické držení.

Tyto poznatky se podobají výzkumu od Tijany Purenovic (2007), která při vyšetření držení těla v oblasti páteře u studentek a studentů střední hudební školy v Niši zjistila, že všech 68 probandů (15 houslistů, 14 hráčů na žesťové nástroje, 31 pianistů a 7 zpěváků) mělo minimálně jednu ze tří zkoumaných odchylek páteře. U 15 houslistů mělo 7 z nich lordotickou, 8 kyfotickou odchylku a 12 z nich skoliotické držení. S tím koreluje i studie od Barzyk-Pawełecové (2012), která u houslistů zjistila oproti kontrolní nehudební skupině daleko větší hrudní kyfózu ($p < 0,01$) a bederní lordózu ($p < 0,05$).

Po 3 měsících cvičení si sice pár probandů polepšilo v hodnocení posturálního stereotypu o 1 stupeň (pac. č. 8 z „D“ na „C“ a probandé č. 11, 17, 18, 22 a 29 z „C“ na „B“), ale nezlepšili se všichni. Hypotéza tedy nebyla potvrzena.

Spirometrie se řadí do objektivních vyšetřovacích metod v této práci. Spirometrické parametry se používají jako diagnostický nástroj ke sledování účinnosti terapie nebo průběhu onemocnění. K prediktorům funkce plic patří pohlaví a výška, ovšem věk se považuje za nevýznamný faktor (Ostrawski & Barud, 2006). Podle Jaina, Browna, Tuna et al. (2006) můžeme mezi významné determinanty zařadit i kouření, obezitu či pískoty v plicích – ty byly spojeny se snížením FEV₁ a FVC. Mimo jiné mohou tyto hodnoty ovlivnit i chronický kašel, chronická bronchitida, emfyzém či srdeční onemocnění. Astma bronchiale je prediktorem hraničním. Gao, Zhang, Wang et al. (2018) dodává, že tyto parametry mají souvislost i s hmotností a body mass indexem (BMI) a připouští věk jako korelující faktor. Kromě vnějších příčin jako jsou snížené snahy pacienta, jeho aktuální psychický stav nebo nedodržování pokynů při manévru dle sem Davidová s Edwardsem (2022) řadí i vliv etnické příslušnosti.

Z dat, kdy FEV₁ byla vyšší jak 80 % a FVC dosahovala taktéž alespoň 80 % předpokládané průměrné hodnoty, jsou považovány za fyziologické (David & Edwards, 2022).

Hypotéza č. 1 zkoumala dynamické spirometrické hodnoty FVC a FEV₁ a jejich ovlivnění metodou DNS. Zde se probandé celkově zlepšili o 4 % jak v usilovné vitální kapacitě, tak v jednovteřinové vitální kapacitě. Měření opět probíhalo na začátku a na konci terapie. Kromě pacientů s astma bronchiale, jež pravidelně docházejí na alergologii a znají princip měření, to bylo pro ostatní zcela nové.

Probandé č. 6, 9, 15 a 28 se mírně zhoršili min. v 1 měřeném parametru, z toho pac. č. 9 a 28 jsou kuřáci, kteří přešli z „normálních“ cigaret na ty elektronické. I když se e-cigarety tváří jako zdravější varianta díky menšímu množství vdechovaných škodlivých látek, ukazuje se, že „vapování“ může být horší z hlediska vyššího množství nikotinu na „1 cigaretu“ (Klein, 2019).

Tato hypotéza se potvrdila, ovšem není statisticky relevantní. Také nebyl nalezen výzkum hodnotící spirometrii u smyčkových nástrojů k porovnání dat.

Vstupní dotazník, jenž vyplnilo všech 30 smyčcových hráčů z Novoměstské filharmonie zúčastněných ve výzkumu, se skládal z 28 otázek obsahující dotazy na anamnestické údaje, délku či frekvenci hraní, sportovní aktivity, ale hlavně na bolest, jež byla hodnocena podle vizuální analogové škály (VAS).

Většina probandů (60 %) začala hrát na nástroj v 6–7 letech. Podle České Suzukiho asociace (c2022) je nejlepší začít již kolem 3–4 let, a to z důvodu rychlejšího naučení a rozvinutí jemné motoriky, paměti apod. Zajímavé zjištění k tomuto poznatku přednesl výzkum od Wang, Xua, Guoa et al. (2022) potvrzující u hudebníků větší objem šedé hmoty v motorických, sluchových a zrakově-prostorových oblastech jednak v rámci brzkého začátku i samotného hraní na nástroj jako takového. Je tedy pravděpodobné, že u muzikantů bude docházet k rychlejšímu motorickému učení. Schwenkreis et al. (2007) zmiňuje i lepší plasticitu mozku.

Z dotazníku je také zřejmé, že se hudebníci nevěnují žádnému sportu na vyšší úrovni, aktivity jsou na rekreační bázi. Navíc 63,3 % z nich se mimo hraní na nástroj hýbají max. 2 hodiny týdně, což považuji za nedostatečné. Toto zjištění může pramenit ze strachu ze zranění, což nám vkládali do paměti již naši učitelé na ZUŠ. S touto domněnkou se shodují s Mariou Kliegelovou, známou německou violoncellistkou, která v rozhovoru zmiňuje odrazování od sportu jejím učitelem a zároveň i zkušenost, kdy se ve 30 letech rozhodla opět začít s pohybem, aby si chvíli odpočinula od nástroje a poznala více své tělo (Todes, 2019).

Až 65,5 % probandů uvedlo bolesti v oblasti bederní páteře. To by odpovídalo výsledkům z předchozího vyšetření dle Kleina, Thomase a Mayera, podle něhož má 60 % z nich chabé držení těla (50 % se skoliotickým držením, 6,66 % s větší hrudní kyfózou a bederní lordózou, 3,33 % s plochými zády). S tím by korelovala i výše zmíněná studie od Steinmetze, Seidela a Mucého (2010), kdy 71 % dysfunkcí PSS mělo souvislost s *lumbopelvicou* oblastí. Trupová stabilizace tedy tvoří významnou roli během hry (Blanco-Piñeiro, Díaz-Pereira a Martínez, 2017).

Na konci dotazníku se 6 otázek věnovalo prožitých bolesti za poslední týden a během či po hře na nástroj. Tyto dotazy byly inspirovány standardizovaným dotazníkem MPIIQM, u něhož se autoři snažili vytvořit takové otázky, aby co nejlépe dokázali vyhodnotit psychometrické parametry a měřit bolesti hudebníků. Byla prokázána střední spolehlivost testu pro otázky týkající se interference bolesti (Berque, Gray a McFadyen, 2014). Každý z hudebníků pociťoval bolest min. v jedné ze 6 dotázaných položek.

Probandé se také vyjma 4 z nich nesetkali s metodou DNS či obecně s cvičením vycházející z vývojové kineziologie, znali pouze základní cviky na stabilizaci trupu, které lze vidět v nejrůznějších videích na internetu (sklapovačky, sedy lehy, nůžky apod.).

Po třech měsících cvičení byly pacientům ve výstupním dotazníku opět položeny otázky týkající se bolesti a také zda mají pocit, že jim cvičení pomohlo a zda se jim hraje lépe. Pokud bychom měli zprůměrovat všechny položky obsahující škálu VAS, zmírnila se bolest o 0,36, tj. 4,6 %. Největší pokrok vidím ve zmenšení největší pociťované bolesti v posledním týdnu a po hraní na nástroj. Všichni též potvrdili pozitivní vliv cvičení na hru na nástroj během i po hře (delší výdrž ve statické pozici, pomalejší nárůst bolesti). Hypotéza se tedy potvrdila.

Cílem této práce bylo shrnutí vlivu hraní na smyčcový nástroj na PSS a zjištění, zda trénink dle metody DNS by bylo vhodné jako kompenzační cvičení. Vzhledem ke zlepšení parametrů u většiny probandů v jednotlivých testech a pozitivního subjektivního vnímání daného cvičení a snížení bolesti bylo cíle dosaženo. Metoda DNS tedy ovlivnila PSS hráčů na smyčcové nástroje.

Jsem ráda, že se hudebníkům v poslední době věnuje zvýšená pozornost, byť podle Steinmetze, Seidela a Mucheho (2010) máme k dispozici velmi málo prospektivních výzkumných dat zabývajících se PSS u muzikantů. Věřím také, že i Česká společnost pro fyziologii a medicínu hudebníků pomůže svými sympozii k edukaci a prevenci umělců v České republice.

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce shrnuje vliv metody DNS na posturální stabilizační systém u smyčcových hudebníků z Novoměstské filharmonie. Problémy s muskuloskeletálním aparátem má totiž většina muzikantů, ovšem v hudebním světě není zažito mít kompenzační cvičení jakožto preventivní opatření proti nejruznějším dysfunkcím.

V teoretické části jsou popsány jednotlivé nástroje, kineziologie hry, posturální stabilizační systém a metoda DNS. V praktické části jsou blíže specifikovány jednotlivé testy hodnotící PSS, spirometrické měření a dotazník.

Ve vstupním měření měli muzikanti nejvíce bolesti v oblasti bederní páteře a funkční DNS testy potvrdili dysfunkci PSS u všech probandů. Po 3 měsících cvičení hudebníci dosáhli lepších výsledků v měřených parametrech včetně zlepšení subjektivního vnímání bolesti a jeho působení na hru samotnou, ne všem se však zlepšil posturální stereotyp, tedy držení těla.

Bylo prokázáno působení hraní na smyčcový nástroj na posturální stabilizační systém a jeho ovlivnění cvičením po dobu 3 měsíců dle metody DNS.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABD – abdukce

ADD – addukce

art., artt. – articulatio, articulationes (kloub, klouby)

bilat. – bilaterální/bilaterálně

BMI – body mass index

CNS – centrální nervová soustava

DKK – dolní končetiny

DNS – Dynamická neuromuskulární stabilizace

EMG – elektromyografie

EXT – extenze

FEV₁ – forced expiratory volume in 1 sec (jednovteřinová vitální kapacita)

FLX – flexe

FVC – forced vital capacity (usilovná vitální kapacita)

HKK – horní končetiny

LHK – levá horní končetina

m., mm. – musculus, muscoli (sval, svaly)

pac. – pacient

PHK – pravá horní končetina

PRON – pronace

PSS – posturální stabilizační systém

ROM – range of motion (rozsah pohybu)

SIAS – spina iliaca anterior superior

SIPS – spina iliaca posterior superior

SUP – supinace

VAS – vizuální analogová škála bolesti

VDT – vadné držení těla

VR – vnitřní rotace

ZR – zevní rotace

ZUŠ – Základní umělecká škola

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AFSHARIPOUR, B., PETRACCA, F., GASPARINI, M. et al., 2016. Spatial distribution of surface EMG on trapezius and lumbar muscles of violin and cello players in single note playing. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology* [online]. 31, 144-153 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.10.003>
- ANDRADE, Edson Queiroz de et al., 2000. Artista-atleta: reflexões sobre a utilização do corpo na performance dos instrumentos de cordas. *Per musí* [online]. 2.2: 118-120 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: http://musica.ufmg.br/permusi/permusi/port/numeros/02/num02_cap_07.pdf
- BARTOŠOVÁ, Michaela, 2020. *Suzukiho metoda a její specifika. Rozdíly, se kterými se setkáme ve vztahu s českou školou*. Brno. 35 s. Diplomová práce. Janáčkova akademie múzických umění v Brně, Hudební Fakulta, Katedra strunných nástrojů. Vedoucí práce Mgr. Pavel Suk
- BARCZYK-PAWELEC, Katarzyna et al., 2012. Anteroposterior Spinal Curvatures and Magnitude of Asymmetry in the Trunk in Musicians Playing the Violin Compared With Nonmusicians. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 35(4), 319-326 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.04.013>
- BERNACIKOVÁ, Martina, 2013. Aplikace kineziologie: postura, stoj, sed, leh. *Inovace RVS – inovace bakalářského studijního oboru Regenerace a výživa ve sportu* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/kineziologie/postura_stoj.html
- BERQUE, P., GRAY, H. a A. MCFADYEN, 2014. Development and psychometric evaluation of the Musculoskeletal Pain Intensity and Interference Questionnaire for professional orchestra Musicians. *Manual Therapy* [online]. 19(6), 575–588 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.05.015>
- BIRD, H. A. & S. O. PINTO, 2013. Scoliosis in musicians and dancers. *Clinical Rheumatology* [online]. 32, 515–521 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10067-013-2190-x>
- BLANCO-PIÑEIRO, P., M. P. DÍAZ-PEREIRA a A. MARTÍNEZ, 2017. Musicians, postural quality and musculoskeletal health: A literature's review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]., 21(1), 157-172 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.06.018>

BRENDING, Stefan, 2017. 2Cellos [foto]. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. [cit. 2023-04-24].
Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/File:2017_RiP_-_2Cellos_-_by_eight_-_8SC1286.jpg

ČESKÁ SUZUKI ASOCIACE, c2022. O Suzukiho metodě. *Česká Suzuki asociace* [online]. [cit. 2023-05-16]. Dostupné z:
<https://www.suzukiasociace.cz/suzukiho-metoda/>

ČVUT, c2016. Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu. Portál ČVUT [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z:
https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2021/05/190618-P%C5%99%C3%ADloha-2-_vzor-souhlasu_%C4%8CVUT-v2019.pdf

ČVUT, 2019. Ladění orchestru [foto]. Betlémská kaple 2019. In: *Facebook* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z:
https://scontent.fprg5-1.fna.fbcdn.net/v/t1.6435-9/73372396_10157647730559084_8315801565529112576_n.jpg?_nc_cat=110&ccb=1-7&_nc_sid=730e14&_nc_ohc=m_5R0x6RdTYAX9BVg4F&_nc_ht=scontent.fprg5-1.fna&oh=00_AfBQz8jrHFHaz7AqYKr3opE7WLwcYW6rb8AohGUfUAQCKA&oe=64750A25

DAVID, S. & EDWARDS, Ch. W., 2022. Forced Expiratory Volume. *StatPearls* [online]. StatPearls Publishing LLC. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540970/>

DAVÍDEK, P., ANDĚL, R., & KOBESOVÁ, A., 2018. Influence of Dynamic Neuromuscular Stabilization Approach on Maximum Kayak Paddling Force. *Journal of human kinetics* [online]. 61, 15–27 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z:
<https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0127>

DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2021. *Klinická kineziologie a patokineziologie, 2. díl*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0230-3.

FERRARA, L., BEJJANI, F. J. a PAVLIDIS, L., 1989. A Comparative Electromyographic and Acoustic Analysis of Violin Vibrato in Healthy Professional Violinists. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. Hanley and Belfus Inc., Philadelphia, 168–175 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z:
<https://www.jstor.org/stable/45440230>

FRANK, C., KOBESOVÁ, A., & KOLÁŘ, P., 2013. 4,5měsíční poloha na zádech [foto]. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy* [online]. 8(1), 62-73 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578435/>

FRY, H. J., 1988. The treatment of overuse syndrome in musicians – results in 175 patients. *Journal of the Royal Society of Medicine* [online]. 81(10), 572–575 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/014107688808101007>

GAO, C., ZHANG, X., WANG, D. et al., 2018. Reference values for lung function screening in 10- to 81-year-old, healthy, never-smoking residents of Southeast China. *Medicine* [online]. 97(34) [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011904>

GEMBRIS, H., HEYE, A. a A. SEIFERT, 2018. Health problems of orchestral musicians from a life-span perspective: Results of a large-scale study. *Music & Science* [online]. 1(1) 1-20 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/2059204317739801>

HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ, 2010. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 3., nezměn. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-80-7013-516-7.

HLAVOVÁ, Jindra, 2015. *Posturální stabilita u sportovních aktivit*. Brno. 66 s. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra fyzioterapie a rehabilitace. Vedoucí práce Mgr. Jaroslava Pochmonová, Ph.D.

HRBÁČOVÁ, Tereza, 2016. *Metody kinezioterapie založené na principech vývojové kineziologie v prevenci a léčbě chronických bolestí bederní páteře*. Brno. 89 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra podpory zdraví. Vedoucí práce Mgr. Lucie Kinclová

HRYZLÍKOVÁ, Eliška, 2021. Držení houslí a smyčce [foto]. In: HRYZLÍKOVÁ, Eliška, 2021. *Olivnění kompenzačních mechanismů vznikajících při hře na housle metodou DNS*. Praha, 104 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Mgr. Lenka Oplatková.

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2015. *Memorix anatomie*. 3. vydání. Ilustrovaly Jan Balko, Simona Felšová, Šárka Zavázalová. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-959-4.

IRELAND, K., IYER, T. A., & PENHUNE, V. B., 2019. Contributions of age of start, cognitive abilities and practice to musical task performance in childhood. *PloS one* [online]. 14(4) [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216119>

- JAČISKO, J., STRÍBRNÝ, M., NOVÁK, J. et al., 2020. Correlation between palpatory assessment and pressure sensors in response to postural trunk tests. *Isokinetics and Exercise Science* [online]. 29(3):1-10 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/IES-205238>
- JAIN, N. B., BROWN, R., TUN, C. G. et al., 2006. Determinants of forced expiratory volume in 1 second (FEV₁), forced vital capacity (FVC), and FEV₁/FVC in chronic spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation* [online]. 87(10), 1327–1333 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.06.015>
- JANDOVÁ, Klára, 2013. *České publikace věnované metodice hry na housle: Komparace nejpoužívanějších metodik na základních uměleckých školách*. Brno, 44 s. Bakalářská práce. Janáčkova akademie múzických umění v Brně, Hudební fakulta, Katedra strunných nástrojů. Vedoucí práce Mgr. Pavel Suk.
- JEBAVÝ, R., J. BALÁŠ, H. VOMÁČKOVÁ et al., 2020. Vliv tradičních a stabilizačně orientovaných cvičení na funkci hlubokého stabilizačního systému u elitních hráčů futsalu. *Sport* [online]. 8(12), 153 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports8120153>
- JUKEŠ, Petr, c2023. Schématické znázornění principu PSS [foto]. In: *Mgr. Petr Jukeš FYZIOTERAPIE ≈ REHABILITACE Znojmo* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <http://www.pj-fyzio.cz/pohyb/>
- KAPITOLA, Vít, c2009-2011. Smyčcový orchestr Primavera [foto]. In: *Smyčcový orchestr Primavera* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: http://primavera.strezina.cz/images/phocagallery/belgie%202011/thumbs/phoca_thumb_1_p1120369.jpg
- KASANOVÁ, Barbora, 2018. *Analýza svalové činnosti při hře na violoncello*. Praha. 67 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Ing. Miloslav Vilímek, PhD.
- KARARTI, C., ÖZSOY, I., ÖZYURT F. et al., 2023. The effects of dynamic neuromuscular stabilization approach on clinical outcomes in older patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized, controlled clinical trial. *Somatosensory & Motor Research* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/08990220.2023.2191705>
- KIM, D., LEE, J., HAN, B. et al., 2016. Cortical or Subcortical Neural Networks During Dynamic Neuromuscular Core Stabilization: A fMRI Blood Oxygen-Level Dependent (BOLD) Analysis. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics* [online]. 6, 1732-1734 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1166/jmihi.2016.1880>

- KITTNAR, Otomar, 2020. *Lékařská fyziologie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1963-4.
- KLEIN, Ondřej, 2019. Vapování a jeho škodlivost: problémy mají i lidé v kondici. *Aktin* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://aktin.cz/elektronicke-cigarety-znovu-zabijeji-zdravotni-problemy-maji-i-mladi-lide-v-dobre-kondici>
- KOBESOVÁ, A., DZVONÍK, J., KOLÁŘ, P. et al., 2015. Effects of shoulder girdle dynamic stabilization exercise on hand muscle strength. *Isokinetics and Exercise Science* [online]. 23(1): 21-32 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/IES-140560>
- KOBESOVÁ, A., DAVÍDEK, P., MORRIS, C. E. et al., 2020. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of bodywork and movement therapies* [online]. 24(3), 84–95 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.01.009>
- KOK, L. M., SCHRIJVERS, J., FIOCCO, M. et al., 2019. Use of a Shoulder Rest for Playing the Violin Revisited: An Analysis of the Effect of Shoulder Rest Height on Muscle Activity, Violin Fixation Force, and Player Comfort. *Med. Probl. Perform* [online]. Art. Mar, 34(1): 39–46 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.21091/mppa.2019.1009>
- KOLÁŘ, Pavel, 2002. Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi* [online]. 20(3), 106-109 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-200203-0005_Vadne_drzeni_tela_z_pohledu_posturalni_ontogeneze.php?back=%2Fsearch.php
- KOLÁŘ, Pavel, c2009a. Vyšetření posturálních funkcí. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KOLÁŘ, P. & M. ŠAFÁŘOVÁ, c2009b. Dynamická neuromuskulární stabilizace. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KRATOCHVÍL, Ondřej, c2006. Metodika. *Violoncello – internetový portál o violoncelle* [online]. [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://violoncello.ondrejkratochvil.eu/metodika/>
- KURFÜRST, Pavel, 2002. *Hudební nástroje*. Praha: Togga. ISBN 80-902912-1-x.

- KUTINOVÁ, Eliška, 2018. *Myoskeletální poruchy v oblasti krku, zad a horních končetin u muzikantů hrajících na smyčcové nástroje*. Praha. 86 s. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.
- LEE, J., KIM, D., SHIN, Y. et al., 2022. Comparison of core stabilization techniques on ultrasound imaging of the diaphragm, and core muscle thickness and external abdominal oblique muscle electromyography activity. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation* [online]. 35(4), 839-847 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/BMR-210051>
- MARAND, L. A., DEHKORDI, A. N., ROOHI-AZIZI, M. et al., 2022. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization on Balance, Trunk Function, Falling, and Spasticity in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 104, 90–101 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.09.015>
- MĚRKA, Ivan, 2007. *Violoncello – dějiny, literatura, osobnosti*. Ostrava: Montanex. 414 str. ISBN 978-80-85780-05-5
- MICKA, Josef Ladislav, 1972. *Hra na housle*. 2. pozm. vyd. Praha: Editio Supraphon. 412 str. Bez ISBN.
- MICKA, Josef Ladislav, 1977. *Knížka o houslích a mnohé kolem nich*. 2. vydání. Praha: Panton. 128 stran. Bez ISBN.
- MIZRAHI, J., 2020. Neuro-mechanical aspects of playing-related mobility disorders in orchestra violinists and upper strings players: a review. *European Journal of Translational Myology* [online]. August 4;30(3):9095 [cit. 2022-11-11]. Dostupné z: <https://doi.org/10.4081/ejtm.2020.9095>
- MOKRÁ, Eva, 2015. *Historie violy a slavní violisté*. Praha. 58 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra hudební výchovy. Vedoucí práce Karel Doležal.
- MORAES, G. F., & ANTUNES, A. P., 2012. Musculoskeletal disorders in professional violinists and violists. Systematic review. *Acta ortopedica brasileira* [online]. 20(1), 43-47 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522012000100009>
- NAUKA O HUDEBNÍCH NÁSTROJÍCH, c2010a. Rozdělení hudebních nástrojů (podle způsobu tvoření tónu). *Nauka o hudebních nástrojích: konzervatoř v Brně* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://hudebninastroje1.webnode.cz/rozdeleni-hudebnich-nastroju/>

NAUKA O HUDEBNÍCH NÁSTROJÍCH, c2010b. Smyčcové nástroje. *Nauka o hudebních nástrojích: konzervatoř v Brně* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://hudebninastroje1.webnode.cz/strunne-nastroje/smyccove-nastroje/>

NAUKA O HUDEBNÍCH NÁSTROJÍCH, c2010c. Housle. *Nauka o hudebních nástrojích: konzervatoř v Brně* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://hudebninastroje1.webnode.cz/strunne-nastroje/smyccove-nastroje/housle/>

NAUKA O HUDEBNÍCH NÁSTROJÍCH, c2010d. Viola. *Nauka o hudebních nástrojích: konzervatoř v Brně* [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://hudebninastroje1.webnode.cz/strunne-nastroje/smyccove-nastroje/viola/>

NĚMCOVÁ, Marta, 2013. Hudebník a zdraví – zdravotní obtíže hudebníků: od tabu a lhostejnosti k respektu a řešení. In: *Harmonie* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.casopisharmonie.cz/rozhovory/hudebnik-a-zdravi-zdravotni-obtize-hudebniku-od-tabu-a-lhostejnosti-k-respektu-a-reseni.html>

OHLENDORF et al., 2017. Fit to play: posture and seating position analysis with professional musicians – a study protocol. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* [online]. 12 (5) [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12995-017-0151-z>

OHMBELT, c2023. O nás. *Ohmbelt* [online]. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <http://www.ohmbelt.cz/onas/>

OSTROWSKI, S. & BARUD, W., 2006. Factors influencing lung function: are the predicted values for spirometry reliable enough?. *Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society* [online]. 57 (4), 263–271 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17072054/>

PALAŠČÁKOVÁ ŠPRINGROVÁ, Ingrid, c2010. *Funkce – diagnostika – terapie hlubokého stabilizačního systému*. [Česko]: I. Palaščáková Špringrová. Rahaspring. ISBN 978-80-254-7736-6.

PAZDERA, Jindřich, 2015. *Vybrané kapitoly z metodiky houslové hry*. Třetí vydání. Praha: Akademie múzických umění v Praze (Nakladatelství AMU). 382 s. ISBN 978-80-7331-349-4.

PODĚBRADSKÁ, Radana, 2018. *Funkční poruchy pohybového systému*. Brno. 180 s. Habilitační práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií.

PONCELA-SKUPIEN, C., PINERO-PINTO, E., MARTÍNEZ-CEPA, C. et al, 2020. How does the Execution of the Pilates Method and Therapeutic Exercise Influence Back Pain and Postural Alignment in Children Who Play String Instruments? A Randomized Controlled Pilot Study. *International journal of environmental research and public health* [online]. 17(20), 7436 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph17207436>

PURENOVIC, Tijana, 2007. The postural status of spinal column of sedentary music high school students in Nis, Serbia. *Studia Kinanthropologica* [online]. 8(2), 69-73 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studia_kinanthropologica/documents/magazine/SK_vol_8_2007_2.pdf

REDAKCE, 2021. Sympozium hudební medicíny nabídne přednášky o ožehavých zdravotních tématech hudebníků. *Opera plus: váš průvodce světem hudby, opery a tance* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://operaplus.cz/symposium-hudebni-mediciny-nabidne-prednasky-o-ozehavych-zdravotnich-tematech-hudebniku/?fbclid=IwAR1KBzAq4-U0U7FiicIWrrHeOaxUUhO30D7Wbf6sEH3ivUiLRkX4d1uIouMk>

RENSING, N., SCHEMMANN, H., ZALPOUR, C., 2018. Musculoskeletal Demands in Violin and Viola Playing: A Literature Review. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 33(4):265-274 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.21091/mppa.2018.4040>

RICKERT, D. L. et al., 2013. The use of fine-wire EMG to investigate shoulder muscle recruitment patterns during cello bowing: the results of a pilot study. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology* [online]. 23(6), 1261-1268 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.07.013>

RIETVELD, A. B. M., 2013. Dancers' and musicians' injuries. *Clinical Rheumatology* [online]. 32, 425-434 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10067-013-2184-8>

SCHWENKREIS, P. et al., 2007. Assessment of sensorimotor cortical representation asymmetries and motor skills in violin players. *European Journal Neuroscience* [online]. 26(11), 3291-3302 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2007.05894.x>

SLÁMA, O. & T. VAFKOVÁ, c2020. Management bolesti. *Paliativní péče* [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps19/paliativni_pece/web/pages/03_05_nastroje.html

- STEINMETZ, A., 2003. Craniomandibuläre Dysfunktionen als ein Einflussfaktor für die Entstehung von Überlastungsbeschwerden bei Geiger. *Musikphysiologie und Musikermedizin* [online]. 203-209 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <https://docplayer.org/5067845-Musikphysiologie-und-musikermedizin-2003-10-jg-nr-4-203.html>
- STEINMETZ, Anke, Wolfram SEIDEL a Burkhard MUCHE, 2010. Impairment of postural stabilization systems in musicians with playing-related musculoskeletal disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 33(8), 603-611 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2010.08.006>
- SUNG, N. J., SAKONG, J. J. a J. H. CHUNG, 2019. Musculoskeletal Disorders and Related Factors of Symphony Orchestra Players. *The Korean Society of Occupational & Environmental Medicine* [online]. 12(1) 48-58 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.35371/kjoem.2000.12.1.48>
- ŠAFÁŘOVÁ, Marcela & Pavel, KOLÁŘ, 2011. Posturální stabilizace a sportovní zátěž. In: MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ et al. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.
- ŠAŠINKOVÁ, Eva a Jiří HUDEC, 2020. *Základy hry na kontrabas: metodika s fotodokumentací*. Ilustroval Pavel Hudec-Ahasver. Praha: Czech Music Edition. ISBN 978-80-907578-4-4.
- TODES, Ariana, 2019. Classical musicians should play more sports. *The Strad* [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.thestrad.com/debate/classical-musicians-should-play-more-sports/1595.article>
- TURNER-STOKES, L., & REID, K., 1999. Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians. *Clinical biomechanics* [online]. 14(6), 426-433 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(98\)00110-7](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(98)00110-7)
- VÉLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.
- VENCEL, Miroslav, 2015. *Hudební fyziologie, ergonomie a fyzioterapie v podpoře zdraví, prevenci a terapii profesionálních postižení pohybového aparátu hudebníků a jejich využití v hudební pedagogice*. Praha. 270 s. Disertační práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra hudební výchovy. Vedoucí práce PaedDr. Alena Tichá, Ph.D.

VERREL, J., WOOLLACOTT, M., & LINDENBERGER, U., 2014. Articulated coordination of the right arm underlies control of bow parameters and quick bow reversals in skilled cello bowing. *Frontiers in psychology* [online]. 5, 885 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00885>

VNENČÁK, Radoslav, 2018. Pražský filmový orchestr [foto]. Hudební a taneční fakulta Akademie múzických umění v Praze. In: *Facebook* [online]. [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: https://scontent.fprg5-1.fna.fbcdn.net/v/t1.6435-9/46330653_2104443616254429_8503924843945656320_n.jpg?_nc_cat=102&ccb=1-7&_nc_sid=cdb9c&_nc_ohc=sQtqN6lHTcUAX8UW8fj&_nc_ht=scontent.fprg5-1.fna&oh=00_AfCkL0XZVLMoWf70XZRgBZmhNqAvN-_1HYSxoOEee0GgRA&oe=6475C0BC

VOJTÍKOVÁ, L., VAŘEKOVÁ, J., 2016. Hodnocení držení těla v tělovýchovné praxi (I. část) Posouzení stoje aspektů. *Tělesná výchova a sport mládeže* [online]. 37(42) [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/308208147_Hodnoceni_drzeni_tela_v_telovychovne_praxi_I_cast_Posouzeni_stoje_aspekci

WALKER, N., 2020. Housle a viola [foto]. In: *Normans – musical instruments* [online]. [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0557/0556/7432/files/violin-viola-size.jpg>

WANG, J., XU, R., GUO, X. et al., 2022. Different Music Training Modulates Theta Brain Oscillations Associated with Executive Function. *Brain sciences* [online]. 12(10), 1304 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/brainsci12101304>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Smyčcový orchestr Primavera (Kapitola, c2009-2011)	12
Obrázek 2 – Popis houslí (zdroj vlastní)	13
Obrázek 3 – Držení houslí a smyčce (Hryzlíková, 2021, s. 14)	15
Obrázek 4 – Housle a viola (Walker, 2020; upraveno).....	20
Obrázek 5 – 2Cellos (Brending, 2017)	22
Obrázek 6 – Pražský filmový orchestr (Vnenčák, 2018).....	27
Obrázek 7 – Stabilizace páteře při aktivaci končetinového svalstva (Kolář, c2009a, s. 39)	29
Obrázek 8 – Schématické znázornění principu PSS (Jukeš, c2023)	30
Obrázek 9 – Frekvence (v %) poruch u dílčích podskupin (Steinmetz, Seidel a Muche, 2010)	36
Obrázek 10 – Rozložení váhy na tuberi ischiadici u houslistky (Ohlendorf et al., 2017).....	38
Obrázek 11 – Ladění orchestru (ČVUT, 2019)	39
Obrázek 12 – Numerická škála bolesti (Sláma & Vafková, c2020)	43
Obrázek 13 – Dynamická spirometrie (Kittnar, 2020, s. 266)	44
Obrázek 14 – Funkční testy (Kobesová, Davídek, Morris et al., 2020).....	46
Obrázek 15 – 4,5měsíční poloha na zádech (Frank, Kobesová & Kolář, 2013).....	47

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1 – Pohyby v kloubech při hře na housle (zdroj vlastní)	19
Tabulka 2 – Pohyby v kloubech při hře na violoncello (zdroj vlastní).....	24
Tabulka 3 – Výsledky spirometrického měření FVC a FEV1 (zdroj vlastní)	49
Tabulka 4 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u testu nitrobřišního tlaku (zdroj vlastní).....	51
Tabulka 5 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u bráničního testu (zdroj vlastní)	52
Tabulka 6 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření u testu flexe kyčle v sedě (zdroj vlastní).....	53
Graf 1 – Výsledky vstupního a výstupního vyšetření posturálního stereotypu (zdroj vlastní).....	54

12 SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 Dotazník při vstupním vyšetření (zdroj vlastní).....	81
PŘÍLOHA 2 Dotazník při výstupním vyšetření (zdroj vlastní).....	90
PŘÍLOHA 3 Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu (ČVUT, c2016).....	94
PŘÍLOHA 4 Držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (Haladová & Nechvátalová, 2010, s. 84–85).....	96
PŘÍLOHA 5 Funkční DNS testy (Kobesová, Davídek, Morris et al., 2020).....	97
PŘÍLOHA 6 Upravené a přeložené funkční DNS testy (zdroj vlastní).....	98
PŘÍLOHA 7 Ukázka cvičení ze soustředění (zdroj vlastní).....	101
PŘÍLOHA 8 Cvičení pro smyčče (zdroj vlastní).....	102

Příloha 1 – Dotazník při vstupním vyšetření (zdroj vlastní)

Vstupní dotazník

Dobrý den,

jmenuji se Eliška Hryzlíková a jsem studentkou navazujícího magisterského studia oboru Aplikovaná fyzioterapie na fakultě Biomedicínského inženýrství ČVUT. Chtěla bych Vás poprosit o vyplnění tohoto dotazníku k mé diplomové práci. Dotazník je anonymní a jeho vyplněním mi dáváte svolení k využití dat pro účel této práce.

1. Jméno a příjmení*

v diplomové práci nebude zveřejněno

Napište jedno nebo více slov...

500

2. Pohlaví*

Vyberte jednu odpověď

žena

muž

3. Kolik je Vám let?*

Napište číslo...

4. Jaký druh práce vykonáváte?*

Vyberte jednu odpověď

fyzicky náročná práce (nejrůznější druhy manuálních prací, zvedání těžkých břemen, ...)

fyzicky nenáročná práce (sedavé zaměstnání např. v kanceláři, studenti/žáci ve škole, ...)

Jiná...



5. Na jaký nástroj hrajete?*

Vyberte jednu odpověď

housle

viola

violoncello

kontrabas

6. Od kolika let hrajete na daný nástroj?*

Vyberte jednu odpověď

od 4-5 let

od 6-7 let

od 8 a více let

7. Jak dlouho na daný nástroj hrajete?*

Vyberte jednu odpověď

do 10 let

11-15 let

16-20 let

21 a více let

8. Jak často na daný nástroj cvičíte?*

Vyberte jednu odpověď

0-1x týdně

2-3x týdně

4x týdně a více

9. Kolik průměrně hodin strávíte hraním na daný nástroj?*

Vyberte jednu odpověď

0-3 hod/týdně

4-6 hod/týdně

7 a více hod/týdně

Jiná... 

10. Máte nějaká kompenzační cvičení, která aplikujete přímo kvůli hraní na nástroj?*

Vyberte jednu odpověď

Ano

Ne

Jiná... 

11. Sportujete? Pokud ano, jak často?

Vyberte jednu odpověď

1-2 hod/týdně

3-4 hod/týdně

5 a více hod/týdně

12. Pokud sportujete, o jaký druh sportu jde?

Napište jedno nebo více slov...

500

13. Pokud sportujete, dokážete říct, jaký typ zátěže to je?

Vyberte jednu nebo více odpovědí

Anaerobní zátěž = cvičení s krátkými úseky pohybové aktivity (sprint, vzpírání, hokej, ...)

Aerobní zátěž = cvičení s vytrvalostním charakterem (běh, cyklistika, bruslení, kanoistika, plavání, rychlejší chůze, ...)

Jiná... 

14. Máte nějaké zdravotní potíže v důsledku hry na nástroj mimo bolesti?*

Vyberte jednu odpověď

Ano

Ne

Jiná... 

15. Pokud ano, jaké?

např. neurologická (brnění, mravenčení), svalová (ztuhlost, křeče), operace, úrazy apod. ...bolestí se budeme zabývat v dalších otázkách

Napište jedno nebo více slov...

500

16. Míváte bolesti v důsledku hry na nástroj?*

Vyberte jednu odpověď

Ano

Ne

Jiná... 

17. Pokud ano, kde nejvíce Vás bolí?*

Vyberte jednu nebo více odpovědí

Horní končetiny (ramena/loket/zápěstí/ruce)

Páteř (krční/hrudní/bederní/křížová/kostrč)

Dolní končetiny (kyčle/kolena/hlezna/nohy)

18. Pokud jste zaškrtnli páteř, kde Vás bolí nejvíce?

Vyberte jednu odpověď

krční páteř

hrudní páteř

bederní páteř

křížová kost + kostrč

19. Limituje Vás bolest v něčem?*

např. nemůžete vykonávat určitou činnost

ano

ne

Jiná... 

20. Pokud ano, v čem?

Vyberte jednu nebo více odpovědí

v běžném fungování

ve sportu

Jiná... 

21. Ovlivnila Vám bolest náladu za poslední týden?*

Vyberte jednu odpověď



Teď bude pár otázek týkající se bolesti pomocí vizuální analogové škály (VAS).

22. Jakou největší bolest jste na škále 0-10 zažili za poslední týden?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

23. Jakou nejmenší bolest jste na škále 0-10 zažili za poslední týden?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

24. Jakou bolest pociťujete běžně (v průměru)?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

25. Jakou bolest pociťujete právě teď?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

26. Jakou bolest pociťujete během hraní na nástroj?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

27. Jakou bolest pociťujete po hře na nástroj?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

28. Slyšeli jste někdy o metodě DNS?*

DNS = dynamická neuromuskulární stabilizace



Výstupní dotazník

1. Jméno a příjmení*

v diplomové práci nebude zveřejněno

Napište jedno nebo více slov...

500

2. Jakou největší bolest jste na škále 0-10 zažili za poslední týden?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

3. Jakou nejmenší bolest jste na škále 0-10 zažili za poslední týden?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

4. Jakou bolest pociťujete běžně (v průměru)?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

5. Jakou bolest pociťujete právě teď?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

6. Jakou bolest pociťujete během hraní na nástroj?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

7. Jakou bolest pociťujete po hře na nástroj?*

VAS škála bolesti (0 = žádná bolest, 10 = nejhorší bolest, jakou si představíte)

8. Myslíte si, že vám cvičení pomohlo ve snížení bolesti?*

Vyberte jednu odpověď

9. Pociťujete zlepšení v hraní na nástroj, např. díky snížení bolesti nebo delší výdrži ve statické poloze a pomalejšímu nárůstu bolestí?*

Vyberte jednu odpověď

Příloha 3 – Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu (ČVUT, c2016)



Odbor pro vědeckou a výzkumnou činnost
Rektorát ČVUT v Praze
Jugoslávských partyzánů 1580/3
160 00 Praha 6 – Dejvice

Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů

Informace o výzkumu:

Jmenuji se Bc. Eliška Hryzliková a jsem studentkou 2. ročníku navazujícího magisterského studia oboru Aplikovaná fyzioterapie na fakultě Biomedicínského inženýrství ČVUT. Chtěla bych Vás poprosit o vyplnění dotazníku k mé diplomové práci týkající se anamnestických dat ke hře na nástroj a jeho vlivu na bolest, a také k vyšetření spirometrie a testů dle prof. Koláře týkající se posturální stabilizace. Cílem práce je zjistit vliv cvičení dle DNS metody na posturální stabilizační systém. Podpisem mi dáváte svolení k využití získaných dat. Výsledky výzkumu budou publikovány anonymně.

Informace o účastníkovi výzkumu:

jméno a příjmení:

datum narození:

adresa:

e-mail:

Prohlášení

Já níže podepsaný/-á potvrzuji, že

- a) jsem se seznámil/-a s informacemi o cílech a průběhu výše popsaného výzkumu (dále též jen „výzkum“);
- b) dobrovolně souhlasím s účastí své osoby v tomto výzkumu;
- c) rozumím tomu, že se mohu kdykoli rozhodnout ve své účasti na výzkumu nepokračovat;
- d) jsem srozuměn s tím, že jakékoliv užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu nezakládá můj nárok na jakoukoliv odměnu či náhradu, tzn. že veškerá oprávnění k užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu poskytují bezúplatně.

Zároveň prohlašuji, že

- a) souhlasím se zveřejněním anonymizovaných dat a výstupů vzešlých z výzkumu a s jejich dalším využitím;
- b) souhlasím se zpracováním a uchováním osobních a citlivých údajů v rozsahu v tomto informovaném souhlasu uvedených ze strany ČVUT v Praze, Jugoslávských partyzánů 1580/3, 160 00 Praha 6-Dejvice 1, a to pro účely zpracování dat vzešlých z výzkumu, pro účely případného kontaktování z důvodu zpracování dat vzešlých z výzkumu či z důvodu nabídky účasti na

obdobných akcích a pro účely evidence a archivace; a s tím, že tyto osobní údaje mohou být poskytnuty subjektům oprávněným k výkonu kontroly projektu, v jehož rámci výzkum realizován;

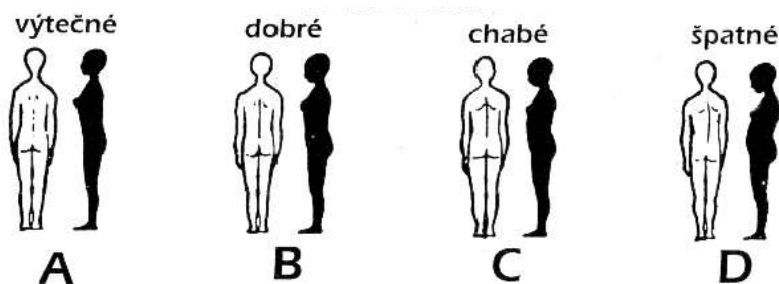
- c) jsem seznámen/-a se svými právy týkajícími se přístupu k informacím a jejich ochraně podle § 12 a § 21 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých ve znění pozdějších předpisů a podle čl. 89 The EU general data protection regulation 2016/679 (GDPR) Záruky a odchylky týkající se zpracování pro účely archivace ve veřejném zájmu, pro účely vědeckého či historického výzkumu nebo pro statistické účely, tedy že mohu požádat ČVUT v Praze o informaci o zpracování mých osobních a citlivých údajů a jsem oprávněn/-a ji dostat a že mohu požádat ČVUT v Praze o opravu nepřesných osobních údajů, doplnění osobních údajů, jejich blokaci a likvidaci.

Výše uvedená svolení a souhlasy poskytuji dobrovolně na dobu neurčitou až do odvolání a zavazuji se je neodvolat bez závažného důvodu spočívajícího v podstatné změně okolností. Vše výše uvedené se řídí zákony České republiky, s výjimkou tzv. kolizních norem, a bude v souladu s nimi vykládáno, přičemž případné spory budou řešeny příslušnými soudy v České republice.

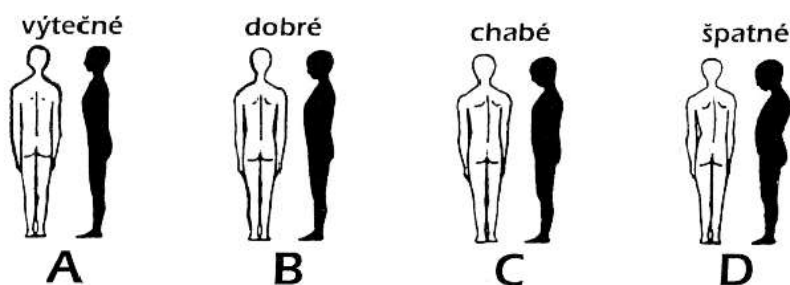
Potvrzuji, že jsem převzal/a podepsaný stejnopis tohoto informovaného souhlasu.

Dne:

Podpis:




DRŽENÍ



	A	B	C	D
1.	Hlava vzpřímená, brada zatažena	1. Hlava lehce nachýlena dopředu	1. Hlava skloněna dopředu nebo zakloněna	1. Hlava značně skloněna
2.	Hrudník vypjat, sternum tvoří nejvíce prominující část těla	2. Hrudník lehce oploštěný	2. Hrudník plochý	2. Hrudník vpadlý
3.	Břicho zatažené a oploštěné	3. Dolní část břicha zatažena, ale ne plochá	3. Břicho chabé a tvoří nejvíce prominující část těla	3. Břicho zcela ochablé a prominuje dopředu
4.	Zakřivení páteře v normálních hranicích	4. Zakřivení páteře lehce zvětšena nebo oploštěna	4. Zakřivení páteře zvětšena nebo oploštěna	4. Zakřivení páteře značně zvětšena
5.	Boky, taile a trojúhelníky torakobrachiální souměrné, lopatky neodstávají, obrys ramen ve stejné výši	5. Lopatky lehce odstávají nebo souměrnost obrysu ramen lehce porušena	5. Lopatky odstávají, nestejná výše ramen, lehká boční úchylka páteře, bok mírně vystupuje, trojúhelníky torakobrachiální mírně asymetrické	5. Lopatky značně odstávají, ramena zřetelně nestejně vysoko, značná boční úchylka páteře, bok zřetelně vystupuje, trojúhelníky torakobrachiální zřetelně asymetrické

Příloha 5 – Funkční DNS testy (Kobesová, Davídek, Morris et al., 2020)

1. Breathing stereotype test: Seated	Left	Right	Functional DNS tests 		
Lower ribs remain in caudal position			Mark each box: 1= Failed, 2= Poor, 3= Sufficient but not ideal, 4=Ideal		
Shoulders remain in neutral position			7. Arm Lifting Test: Supine		
2. Intra-abdominal Pressure Regulation Test: Seated	Left	Right	Thorax remains in neutral position		
The lower abdominal wall activation			Neutral T/L junction at shoulder flexion		
Umbilicus remains in neutral position			8. Trunk Extension Test: Prone	Left	Right
Proportional activation of the rectus			Head and cervical spine remain in neutral position		
Chest in caudal position			Spinal extension is proportional involving all spinal segments and the spinal curve is smooth		
3. Diaphragm Test: Seated	Left	Right	Scapulae remain in neutral position		
Activation of latero-dorsal abdominal wall			Pelvis remains in neutral position		
Lower ribs expand laterally			Adequate activation of ischiocrural muscles		
Shoulders remain in caudal position			9: Quadruped Position Test: Hands and knees support	Left	Right
Maintain upright position of spine			Head remains in neutral position		
4. Hip Flexion Test: Seated	Left hip flexion	Right hip flexion	Proportional loading of the palms		
Trunk stable in frontal plane			Neutral position of scapulae		
Spine stable in sagittal plane			Thoracic spine stays stable in a sagittal plane		
Pelvis stable			Pelvis remains in neutral position		
5. Supine Test with Legs Raised Up	Left	Right	10. Bear Position Test: Hands and feet support	Left	Right
Cervical spine upright			Neutral position of head		
T/L junction stability (low back adheres to the table)			Upright and elongated thoracic spine in sagittal plane		
Proportional activation of entire abdominal wall			Neutral position at knees		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Proportional loading of the feet		
6. Trunk and Neck Flexion Test: Supine	Left	Right	11. Squat Test	Left	Right
Head in neutral position			Head maintains neutral position		
Thorax kept in caudal position			Shoulders and spine remain in neutral position, with shoulders aligned over the great toes		
Lower ribs fixed in caudal position			Knees remain in line, with hips and feet position over the great toes		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Neutral ankle and foot centration		

Trunk stability tests in frontal plane: If lateral shift occurs, describe to which side the trunk shifts

Spine stability tests in sagittal plane: Indicate if increased kyphosis or lordosis occurs

Pelvis stability tests: Indicate if anterior or posterior tilt occurs

Příloha 6 – Upravené a přeložené funkční DNS testy (zdroj vlastní)

Test nitrobřišního tlaku v sedě	Aktivace břišní stěny				Proporcionální aktivace <i>m. rectus abdominis</i>				Umbilicus zůstává v neutrální pozici		Hrudník je v postavení kaudálním	
	L		P		L		P		před	po	před	po
	Vyšetření	před	po	před	po	před	po	před				
1.	Ž	H										
2.	Ž	H										
3.	Ž	H										
4.	M	H										
5.	Ž	H										
6.	Ž	H										
7.	Ž	H										
8.	M	H										
9.	Ž	H										
10.	Ž	H										
11.	Ž	H										
12.	Ž	H										
13.	M	H										
14.	M	H										
15.	Ž	V										
16.	M	V										
17.	M	V										
18.	Ž	V										
19.	Ž	V										
20.	Ž	V										
21.	M	VC										
22.	Ž	VC										
23.	Ž	VC										
24.	M	VC										
25.	M	VC										
26.	Ž	VC										
27.	Ž	VC										
28.	Ž	VC										
29.	M	K										
30.	Ž	K										

Brániční test v sedě	Aktivace latero- dorzální břišní stěny				Pohyb dolních žebér laterálně				Ramena jsou v kaudálním postavení		Páteř zůstává v napřímené pozici	
	L		P		L		P		před	po	před	po
	Vyšetření	před	po	před	po	před	po	před				
1.	Ž	H										
2.	Ž	H										
3.	Ž	H										
4.	M	H										
5.	Ž	H										
6.	Ž	H										
7.	Ž	H										
8.	M	H										
9.	Ž	H										
10.	Ž	H										
11.	Ž	H										
12.	Ž	H										
13.	M	H										
14.	M	H										
15.	Ž	V										
16.	M	V										
17.	M	V										
18.	Ž	V										
19.	Ž	V										
20.	Ž	V										
21.	M	VC										
22.	Ž	VC										
23.	Ž	VC										
24.	M	VC										
25.	M	VC										
26.	Ž	VC										
27.	Ž	VC										
28.	Ž	VC										
29.	M	K										
30.	Ž	K										

Test flexe kyčle			Trup je stabilní ve frontální rovině				Páteř je stabilní v sagitální rovině				Pánevní je stabilní	
			L		P		L		P		před	po
Vyšetření			před	po	před	po	před	po	před	po		
1.	Ž	H										
2.	Ž	H										
3.	Ž	H										
4.	M	H										
5.	Ž	H										
6.	Ž	H										
7.	Ž	H										
8.	M	H										
9.	Ž	H										
10.	Ž	H										
11.	Ž	H										
12.	Ž	H										
13.	M	H										
14.	M	H										
15.	Ž	V										
16.	M	V										
17.	M	V										
18.	Ž	V										
19.	Ž	V										
20.	Ž	V										
21.	M	VC										
22.	Ž	VC										
23.	Ž	VC										
24.	M	VC										
25.	M	VC										
26.	Ž	VC										
27.	Ž	VC										
28.	Ž	VC										
29.	M	K										
30.	Ž	K										

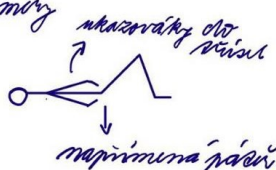
Příloha 7 – Ukázka cvičení ze soustředění (zdroj vlastní)



Příloha 8 – Cvičení pro smyččeře (zdroj vlastní)

① mácníky dýchání do skupin (30 sec x 2)

- dýchání do ulí břichu směry různými směry
- dýchání přirozeně (ne nasilovně)
- rukavice obličejové svaly



② mácníky nízkobřišního slaku s pohybem na židli (30.0 x 2)

- dýchání do ulí břichu směry
- pohyb na židli → jemná vydechová



2a) diagonální slak dlaní do protilehlé DK (5.0 x 2 x 6)

- DKK opření o pažby na židli → 1 DK mírně posuneme k tělu
- rotacími protilehlou dlaní z vnější strany do slaku
- makročínné pohyby → 5 sec slak → výsledkem

2b) střídání rotací DKK (10.0, 10.0)

- pohyb vydechová z kyčle (po celou dobu držet slak!)

2c) rotace okolo DKK (10 x 2)

- madradnu mírně nad židli



2d) seutřezný slak dlaní do slaku DKK (30.0 x 2)

③ 4,5 minucí poloha

(30.0 x 6)

- rozdíl DKK nad 90° v kyčli & Ankeru
- hlava v prodloužení krční páteře
- rozdíl HKK 1 jako kdybychom byli
- uzavřená dých



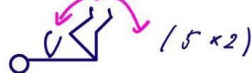
3a) rotace horní části těla

- od hlavy ke spodním žebřím



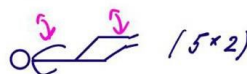
3b) rotace spodní části těla

- spodní část skupin o DKK



3c) rotace ulího těla

- do obou stran



3d) pokládání chodidel střídání

- (→ tři varianty = tři nádě)



3e) střídání pokládání rukou

- (→ tři varianty = tři nádě)



3f) pokládání 1. ruky a 1. nohy konkrétně

(5 x 2)



④ mácníky nízkobřišního slaku s sedí na židli

(2 min)

- rotace oba sedací slaky rovnoměrně
- chodidla od sebe, špičky mírně ven
- kolena nad kotníky
- napřiměná páteř
- ruce volně / na sluch (mudry) / nad kyčlemi

