

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Síla krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních
týmových sportech**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jan Petružela

Vypracoval:

Daniel Rygl

Praha, květen 2024

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

V Praze, dne

.....

.....

Daniel Rygl

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych vyjádřil své upřímné poděkování vedoucímu mé bakalářské práce, Mgr. Janu Petruželovi, za jeho cenné rady, podporu a trpělivost během celého procesu psaní této práce.

Dále děkuji celé Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy za poskytnuté vzdělání a příležitosti, které mi umožnily rozvíjet své znalosti a dovednosti.

Mé poděkování patří také rodině a přátelům a všem, kteří mě podporovali a motivovali během mého studia a přípravy této práce, podíleli se jakýmkoliv způsobem na vzniku této práce a poskytli mi inspiraci a informace potřebné k jejímu dokončení.

Abstrakt

Název: Síla krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech

Cíle: Hlavním cílem této bakalářské práce je prostřednictvím literární rešerše shromáždit a zpracovat informace z odborných a vědeckých článků či publikací zaměřených na problematiku síly krku jako prevenci úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech. Na základě těchto poznatků vytvořit přehled o úrazech hlavy a jejich prevenci prostřednictvím posilování síly krku.

Metody: Hlavním předpokladem pro odborné a kvalitní zpracování této literární rešerše bylo získání dostatečného množství informací o dané problematice především ze zahraničních zdrojů.

Výsledky: Závěrečná práce na základě literární rešerše předkládá, jak literární zdroje pojednávají o problematice prevence úrazů hlavy prostřednictvím posilování krčních svalů. Bylo použito celkem 47 zahraničních zdrojů. Práce ukazuje, že posílení krčních svalů může významně snížit riziko otřesů mozku a jiných závažných poranění hlavy tím, že zlepšuje stabilitu a odolnost krku při nárazech. Dohledané metody posilování krku zahrnují izometrická a izotonická cvičení, trénink s elastickými odporovými gumami a specifické protahovací cviky. Práce rovněž zdůrazňuje potřebu individualizace tréninkových programů podle věku, pohlaví, sportovní disciplíny a fyzických schopností sportovců.

Klíčová slova: Síla krku, prevence otřesů mozku, úrazy hlavy ve sportu

Abstract

Title: Neck strength as injury prevention in team contact sports

Objectives: The main objective of this bachelor's thesis is to gather and process information from professional and scientific articles or publications focused on the issue of neck strength as a prevention of head injuries in contact team sports through a literature review. Based on these findings, the aim is to create an overview on head injuries and their prevention through strengthening neck muscles.

Methods: The primary prerequisite for the expert and high-quality processing of this literature review was obtaining sufficient information on the given issue, primarily from foreign sources.

Results: The final thesis, based on the literature review, presents how literary sources address the issue of head injury prevention through neck muscle strengthening. A total of 47 foreign sources were used. The work shows that strengthening the neck muscles can significantly reduce the risk of concussions and other serious head injuries by improving the stability and resilience of the neck during impacts. The researched methods of neck strengthening include isometric and isotonic exercises, training with elastic resistance bands, and specific stretching exercises. The work also emphasizes the need to individualize training programs according to the age, gender, sports discipline, and physical abilities of the athletes.

Keywords: Neck strength, concussion prevention, sports head injuries

Obsah

1	Úvod	10
2	Současný stav bádání	12
3	Cíle, úkoly a metodika práce	18
3.1	Cíle práce	18
3.2	Úkoly práce	18
3.3	Metodika práce	19
3.3.1	Tematické členění	19
4	Deskriptivně-analytická část.....	21
4.1	Zranění v kontaktních sportech.....	21
4.1.1	Faktory ovlivňující zranění v kontaktních sportech	21
4.1.2	Lokalizace a typy zranění	23
4.1.3	Zranění v krční oblasti	27
4.2	Otřesy mozku.....	30
4.2.1	Otřesy mozku v kontaktních sportech	30
4.2.2	Kategorizace otřesů mozku.....	33
4.2.3	Otřesy mozku na příkladech kontaktních sportů	35
4.3	Síla krku.....	38
4.3.1	Druhy prevence	40
4.3.2	Mládež a síla krku.....	47
4.4	Metody posilování	50
4.4.1	Účinnost jednotlivých metod	54
4.4.2	Význam individualizace	56
5	Závěr.....	58
	Seznam literatury.....	61
	Seznam obrázků.....	65

Seznam tabulek..... 65

Seznam použitých zkratk

MRI	Magnetická rezonance
CT	Počítačová tomografie
ACL	Přední zkřížený vaz
BMI	Index tělesné hmotnosti

1 Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na sílu krku jako prevenci úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech, což je aktuální a relevantní problematika vzhledem k rostoucímu počtu sportovců, kteří utrpí vážné úrazy hlavy během své sportovní kariéry. Výběr tohoto tématu je odůvodněn především tím, že úrazy hlavy, včetně otřesů mozku, patří mezi nejzávažnější zranění, která mohou mít dlouhodobé a trvalé následky na zdraví sportovců. Osobně se věnuji kontaktnímu týmovému sportu již 17 let a vidím tuto problematiku jako velmi opomíjené, avšak důležité téma. Výskyt poranění hlavy v důsledku kontaktu je v českém prostředí poměrně častý, ale na jeho prevenci se málokdo zaměřuje. Vzhledem k možným vážným dlouhodobým následkům by se problematice měla věnovat daleko větší pozornost a zacílit tak na co největší bezpečnost hráčů v těchto sportech.

Kontaktní týmové sporty jako americký fotbal, hokej, ragby a fotbal jsou charakteristické častým fyzickým kontaktem, což zvyšuje riziko úrazů hlavy. Výzkum ukazuje, že posílení krčních svalů může významně snížit pravděpodobnost těchto zranění tím, že zlepší stabilitu a odolnost krku při nárazech. Téma tak přirozeně zapadá do širšího kontextu výzkumu zaměřeného na prevenci sportovních úrazů a zlepšení bezpečnosti sportovců.

Současný stav řešení problematiky zahrnuje různé přístupy k prevenci úrazů hlavy, od používání ochranného vybavení jako jsou helmy, až po zavedení specifických tréninkových programů zaměřených na posílení krčních svalů. Výzkumy v této oblasti ukazují, jak efektivní prevence musí kombinovat mechanickou ochranu s fyzickou připraveností sportovců. Biomechanické studie zdůrazňují důležitost správného držení těla a techniky při sportovních aktivitách a dovednostech, což může dále snižovat riziko zranění.

Cílem této bakalářské práce je shromáždit a analyzovat dostupné vědecké a odborné poznatky o úrazech hlavy v kontaktních týmových sportech a roli síly krku v jejich prevenci. Práce si klade za cíl vytvořit přehled metod a postupů posilování krku, které jsou v prevenci těchto úrazů považovány za účinné a formulovat doporučení pro jejich implementaci do tréninkových programů.

Očekávaným přínosem této práce je poskytnutí komplexního přehledu aktuálních poznatků, které mohou být využity trenéry a sportovci v oblasti sportovního tréninku při navrhování preventivních strategií a tréninkových plánů. Výsledky této práce mohou

příspěť k objasnění výskytu úrazů hlavy v kontaktních sportech a napomocť celkovému chápání a řešení probírané problematiky.

2 Současný stav bádání

Proctor a Cantu (2000) považují úrazy hlavy za jedny z nejzávažnějších zranění v kontaktních týmových sportech, jako jsou americký fotbal, hokej, ragby a fotbal, ve kterých je fyzický kontakt běžnou součástí hry. Úrazy hlavy mohou mít dle Cantu (1996) rozsáhlé krátkodobé i dlouhodobé následky na zdraví sportovců, včetně otřesů mozku, které mohou vést k trvalým neurologickým poškozením.

Statistiky úrazů hlavy uvedené Hootman et al. (2007) jsou alarmující a zdůrazňují potřebu efektivních preventivních i léčebných strategií. Studie poukazují na to, že mnoho úrazů hlavy lze připsat nejen kontaktu s ostatními hráči, ale i nedostačující technice dovedností, nevhodnému ochrannému vybavení nebo nesprávné reakci na hru. Z této skutečnosti tak vyplývá důležitost vzdělávání a tréninku hráčů v jednotlivých správných technikách a používání vhodných preventivních opatření.

Pochopení úrazů hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech je založeno na důkladném studiu biomechaniky, která se zaměřuje na síly působící na tělo sportovců během hry a zjišťuje, jakým způsobem tyto síly ovlivňují tkáň, kosti a svaly hlavy a krční oblasti. Proctor a Cantu (2000) prokazují, že porozumění biomechanice je klíčové pro vývoj účinnějších preventivních a ochranných strategií v kontaktních týmových sportech, které se zaměřují na to, jak se tělo a zejména hlava chovají a jak jsou chráněny při kontaktu.

Prevence těchto úrazů zahrnuje dle Emery et al. (2017) nejen používání vhodného ochranného vybavení jako jsou helmy a chrániče, ale také zavedení pravidel a protokolů, které minimalizují rizikové chování během hry. Kromě toho je důležité, aby sportovní vybavení, jako helmy a chrániče, bylo neustále zdokonalováno s ohledem na nejnovější výzkumné poznatky o biomechanice hlavy a krční páteře.

Benson et al. (2013) také ukazují, že správné postavení těla a hlavy v momentě kolize může významně snížit riziko úrazu. Techniky, které zlepšují pozici těla a hlavy během hry jsou zásadní a trenéři i hráči by měli být v těchto metodách školeni. Specifické dovednosti a techniky používané ve sportu jsou výchozím údajem pro identifikaci biomechanických faktorů, které přispívají k riziku úrazů. Tyto poznatky jsou poté aplikovány při vývoji

tréninkových programů pro sportovce za účelem minimalizace rizikových faktorů a zvýšení celkové bezpečnosti při sportovních aktivitách.

Cooper et al. (2003) dále uvádí, že vývoj a využívání pokročilých diagnostických nástrojů, zvýšení povědomí o symptomech a následcích otřesů mozku a cílený trénink svalů krku jsou klíčové ve snižování celkového počtu těchto zranění.

Za nejvhodnější prevenční prostředek však považují Collins et al. (2014) sílu krčních svalů a cílený trénink, který zahrnuje komplexní přístup spočívající v edukaci, fyzickém tréninku a technické přípravě sportovců. Zdůrazňují, že efektivní prevence musí začít sladěním biomechanických faktorů a pokračovat systematickým tréninkem a vzděláváním jednotlivce. Cílem je vychovat sportovce, kteří jsou dobře informováni o rizicích spojených s jejich sportem a o způsobech, jak těmto rizikům předcházet. Posilováním krčních svalů se zvyšuje schopnost krční oblasti absorbovat náraz, a významně snížit pravděpodobnost úrazu hlavy. Specifické cvičební programy zaměřené na zlepšení síly, flexibility a výdrže krčních svalů jsou vyvíjeny a aplikovány s cílem zvýšit ochranu sportovců. Tato cvičení nejenže posilují svaly, ale také zlepšují celkovou koordinaci a posturální kontrolu, což jsou další důležité aspekty v prevenci těchto úrazů.

Hrysomallis (2016) dále jako nepostradatelné zmiňuje vzdělávání hráčů o správných technikách a postupech v rámci sportu, zejména o tom, jak správně reagovat během hry a jak se vyhnout potenciálně nebezpečným situacím. Trenéři by své jedince měli co nejlépe připravit ve výuce jednotlivých technik dovedností a sami být dobře školeni v nejnovějších metodách a strategiích prevence úrazů. Edukace a trénink by měly být pravidelně opakovány a obnovovány, aby bylo zajištěno, že preventivní strategie jsou stále účinné a aktualizované dle nejnovějších vědeckých poznatků a trendů ve sportu. Tato průběžná revize a optimalizace tréninkových programů umožňuje sportovcům a týmům adaptovat se na měnící se podmínky, a zvyšovat úroveň bezpečnosti ve sportu.

Definice a klasifikace závažnosti otřesů mozku se v literatuře liší, což často vede k debatám mezi odborníky. Kongres neurologických chirurgů definuje otřes mozku jako klinický syndrom projevující se dočasným posttraumatickým snížením neurálních funkcí, včetně změn vědomí a rovnovážných poruch, což způsobuje zapojení mozkového kmene. (Gurdijan a Voris, 1966)

Leclerc et al. (2001) popisují hned několik stupnic pro hodnocení závažnosti otřesu mozku jako Glasgowská koma stupnice, Colorádské pokyny nebo Cantuova stupnice, avšak

žádná z nich není vedena jako oficiální, a jednotlivé stupnice se liší. Přes různorodost těchto stupnic je hlavní důraz kladen na délku bezvědomí a amnézie jakožto klíčových indikátorů závažnosti otřesu mozku. Spolehlivá klasifikace je nezbytná pro správné hodnocení a léčbu sportovců po úrazu hlavy, přičemž každá z uvedených stupnic přináší do hodnocení otřesů mozku specifické perspektivy a kritéria, která pomáhají lékařům a trenérům v rozhodovacím procesu.

Mullally (2017) popisuje, jak kromě pokročilého zobrazování, jako je magnetická rezonance (MRI) a počítačová tomografie (CT), je využívána široká škála biomarkerů pro rychlou diagnostiku otřesů mozku. Tato zobrazovací technika umožňuje lékařům získat detailní obrazy postižených oblastí, díky kterým je možné efektivně plánovat léčbu. Biomarkery v krvi mohou indikovat mozkové poškození, což umožňuje rychlou a neinvazivní diagnostiku, která je vhodná pro okamžité zhodnocení léčebného postupu.

Podle McCrory et al. (2017) se léčebné strategie liší podle závažnosti a typu úrazu. Léčba může zahrnovat odpočinek a postupný návrat k aktivitě, ale také může zahrnovat komplexnější přístupy jako jsou rehabilitační programy zaměřené na obnovu motorických funkcí a kognitivních schopností. Další důležitou součástí léčby je psychologická podpora a sledování nejen fyzických, ale i psychických důsledků úrazů. Sportovci mohou po úrazu zažívat úzkost, depresi nebo jiné emocionální problémy, které vyžadují komplexní přístup k léčbě.

Vzdělávání a šíření povědomí o problematice uvádí Waltzman a Sarmiento (2019) jako další nepostradatelný aspekt prevence úrazů hlavy a krční oblasti ve sportu. Kampaně a vzdělávací programy jsou nezbytné pro šíření informací o rizicích spojených s těmito úrazy, o správných reakcích na incidenty i o důležitosti prevence. Tyto iniciativy cílí na trenéry, sportovce, rodiče i sportovní organizace, a to s cílem zvýšit povědomí o úrazech a propagovat bezpečnostní protokoly a techniky.

Benson et al. (2013) ukazují, že vzdělávání může významně snížit frekvenci a závažnost sportovních úrazů. Edukační programy často zahrnují workshopy, semináře a online kurzy, které jsou navrženy tak, aby poskytovaly komplexní informace o prevenci úrazů, včetně technik první pomoci, metod pro zvyšování fyzické připravenosti a způsobů správného používání sportovního vybavení.

Důležitou součástí těchto programů je také vzdělávání o tom, jak identifikovat symptomy úrazů jako jsou otřesy mozku, a o nutnosti ihned vyhledat odbornou lékařskou pomoc. To

jsou zásadní a nezbytné kroky pro předejití dlouhodobým následkům úrazů. Programy rovněž zdůrazňují význam pravidelných zdravotních kontrol a fitness testů, které mohou předcházet úrazům tím, že identifikují potenciální zdravotní rizika dříve, než k nim vůbec dojde.

V neposlední řadě McCrory et al. (2017) propagují kulturu bezpečnosti a fair play ve sportu, což pomáhá vytvářet prostředí, kde jsou bezpečnostní opatření běžně akceptována a dodržována. Tato kultura zahrnuje nejen dodržování pravidel a používání vhodného vybavení, ale také podporuje otevřenou komunikaci mezi hráči a trenéry o jakýchkoli obavách týkajících se zranění.

Collins et al. (2014) uvádějí, že síla krku souvisí se schopností svalů v krční oblasti vyvinout vlastní sílu a odolat vnějším silám, které na tuto oblast působí. Tato síla je tak základem pro stabilizaci hlavy a krku během pohybu a při nárazech, což je zvláště důležité při kontaktních situacích, a hraje tak zásadní roli v prevenci úrazů hlavy a krční páteře. V kontaktních týmových sportech jsou hráči často vystaveni nárazům, které mohou způsobit náhlé pohyby hlavy a krku. Tyto pohyby mohou vést k otřesům mozku a dalším závažným úrazům. Silné krční svaly mohou snížit riziko těchto zranění tím, že omezují zrychlení a rotační pohyby hlavy při nárazech. Benson et al. (2013) dodávají, že nedostatečná síla krku je významným rizikovým faktorem pro otřes mozku, a posílení svalů krku může snížit riziko otřesu mozku tím, že zmenšuje míru zrychlení hlavy při nárazech.

Chavarro-Nieto et al. (2021) uvádějí několik metod posilování síly krku, které jsou efektivní a využívají různé přístupy k tréninku. Mezi nejčastější metody patří izometrická a izotonická cvičení, stejně jako trénink s elastickými odporovými gumami.

Izometrická cvičení jsou jednou z nejúčinnějších metod posilování krku, protože umožňují zaměřit se na specifické svalové skupiny bez nutnosti extenzivního pohybu, čímž se minimalizuje riziko zranění. Geary et al. (2014) testovali izometrický program posilování krku, jehož výsledkem byla statisticky významná redukce počtu zranění během sezóny. Naish et al. (2013) používali izometrická cvičení s kabelovým systémem a hlavovýmstrojem, zaměřená na různé svalové skupiny a pohybové směry krku. Tato cvičení vedla k významnému zlepšení koaktivace svalů a stabilizace krční páteře.

Izotonická cvičení zahrnují pohyb proti odporu, a jsou účinná při rozvoji svalové síly a hypertrofie. Conley et al. (1997) zjistili, že trénink se závažím vedl k výraznému nárůstu objemu specifických svalů krku, což ukazuje na efektivitu cvičení se závažím v rozvoji

svalové síly a hmoty. Mansell et al. (2005) ve své studii zjistili, že izotonický trénink krku u vysokoškolských fotbalistů vedl k 15% nárůstu izometrické síly flexorů krku a 22,5% nárůstu izometrické síly extenzorů krku.

Trénink s elastickými odporovými gumami a s protahovacími cviky uvedli Maconi et al. (2016) jako další efektivní metodu pro posilování krku. Tento program zaměřený na posílení a zlepšení mobility svalů krku vedl ke snížení bolesti svalů, zvýšení rozsahu pohybu a síly krku.

Hrysonmallis (2016) uvádí, že různé metody posilování krku mohou mít významný přínos pro snížení rizika zranění. Například zařazení izometrických cviků na posílení krku do celkového kondičního plánu vedlo dle autora k poklesu počtu zranění krční páteře při utkáních. Individualizace tréninkových programů je také velmi významná pro efektivní posilování krku. Autor dále zdůrazňuje, že tréninkové programy by měly být přizpůsobeny specifickým potřebám jednotlivých sportovců, včetně jejich věku, pohlaví a sportovní disciplíny. Posilování krku prostřednictvím izometrických, izotonických cvičení a tréninku s elastickými gumami se ukazuje jako efektivní strategie, která může významně snížit riziko otřesů mozku a dalších zranění.

Proctor a Cantu (2000) uvádí, že přestože byl učiněn značný pokrok v oblasti pochopení a léčení úrazů hlavy a krční oblasti ve sportu, existuje mnoho výzev a oblastí, které vyžadují další výzkum. Jedním z hlavních problémů je nedostatečné pochopení dlouhodobých následků těchto úrazů, což vyžaduje komplexnější dlouhodobé studie zaměřené na sledování sportovců po úrazech. Tyto studie by mohly poskytnout lepší přehled o potenciálních trvalých neurologických a psychologických dopadech.

Další výzvou je dle Emery et al. (2017) vývoj a zavedení pokročilých technologií a materiálů ve sportovním vybavení. Ačkoliv současné helmy a ochranné vybavení poskytují určitou míru ochrany, stále existuje prostor pro zlepšení. Vývoj nových materiálů, které mohou efektivněji absorbovat a rozptylovat energii při nárazech, by mohl značně zvýšit bezpečnost sportovců.

V oblasti léčebných protokolů jsou podle McCrory et al. (2017) potřebné další výzkumy zaměřené na optimalizaci rehabilitačních procesů a určení nejúčinnějších terapeutických metod. To zahrnuje nejen fyzikální terapie a léčebné postupy, ale také strategie pro řízení bolesti a zánětu, které jsou po těžkých úrazech běžné.

Kromě výše zmíněného by měl výzkum pokračovat ve vývoji a validaci diagnostických nástrojů, které umožní rychlejší a přesnější identifikaci úrazů. Lepší diagnostické metody by mohly vést k rychlejší a efektivnější léčbě, což by zlepšilo prognózu sportovce po úrazech.

Proctor a Cantu (2000) tak uvádí, že i přes pokroky v oblasti sportovní medicíny a bezpečnosti stále zbývá mnoho práce na zlepšení bezpečnosti sportovců, a to zejména v kontaktních týmových sportech, kde jsou úrazy hlavy a krční oblasti časté. Výzkum v těchto odvětvích bude zásadní pro další pokroky v prevenci a léčbě sportovních úrazů s nimi spojených.

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je prostřednictvím literární rešerše shromáždit a zpracovat informace z odborných a vědeckých článků či publikací zaměřených na problematiku síly krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech. Na základě těchto poznatků poté vytvořit přehlednou studii o úrazech hlavy a jejich prevenci prostřednictvím posilování síly krku.

3.2 Úkoly práce

Mezi úkoly této bakalářské práce patří:

- Stanovit cíle, úkoly, výzkumné otázky a metodiku práce.
- Provést literární rešerši a následnou studii odborných publikací na dané téma.
- Shromáždit a utřídit informace o problematice síly krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech.
- Zpracovat tematický přehled úrazů hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech a jejich prevenci prostřednictvím posilování krku.
- Porovnat data a poznatky z různých literárních zdrojů k této problematice.
- Formulovat závěr a případná doporučení pro prevenci úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech.

Mezi výzkumné otázky práce patří:

- Jaké jsou nejčastější úrazy hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech?
- Jak síla krku ovlivňuje riziko úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech?
- Jakým způsobem jednotlivé literární zdroje doporučují prevenci úrazů hlavy a krční oblasti prostřednictvím posilování síly krku?
- Jaké konkrétní metody posilování krku jsou v literatuře zmiňovány jako účinné v prevenci úrazů hlavy?

3.3 Metodika práce

Hlavním cílem a základem této bakalářské práce je vytvoření literární rešerše, zaměřující se na problematiku úrazů hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech a na prevenci úrazů hlavy prostřednictvím zvyšování síly krku. Literární rešerši lze chápat jako souhrn odborných a vědeckých článků a poznatků z různých zdrojů, které nám umožňují získávat informace a porovnávat je v rámci zkoumaného tématu. Hlavním předpokladem pro odborné a kvalitní zpracování této práce bylo získání dostatečného množství informací o dané problematice především ze zahraničních zdrojů.

Tato bakalářské práce zahrnuje články a publikace z odborných časopisů a diplomových prací ze zahraničních zdrojů. Vybral jsem několik z nich, které jsem při psaní bakalářské práce nejvíce používal: BMJ Journals, PubMed, Web of science a Google Scholar. Příspěvky, které se zabývají problematikou síly krku a úrazy hlavy v kontaktních týmových sportech, jsou převážně v anglickém jazyce a poskytují informace z různých úhlů pohledu.

Klíčová slova těchto zdrojů pro vyhledání potřebných informací byla nejčastěji: Neck strength (síla krku), Concussion prevention (prevence otřesu mozku) a Head injuries in sports (úrazy hlavy ve sportu).

3.3.1 Tematické členění

Na základě stanovených cílů bakalářské práce jsem tuto práci rozdělil do tří hlavních tematických okruhů:

Problematika úrazů hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech:

- Faktory ovlivňující úrazy hlavy a krční oblasti.
- Lokalizace a typy úrazů hlavy a krční oblasti.
- Úrazy krční páteře.
- Otřesy mozku v kontaktních sportech.
- Kategorizace otřesů mozku.
- Otřesy mozku v různých kontaktních sportech.

Síla krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech:

- Souvislost mezi silou krku a rizikem úrazu hlavy.
- Význam posilování svalů krku v prevenci úrazu hlavy.
- Faktory ovlivňující sílu krku (věk, pohlaví, sportovní disciplína).

Preventivní postupy a metody posilování síly krku:

- Prevence úrazů hlavy a krční oblasti prostřednictvím posilování svalů krku.
- Metody posilování síly krku a jejich účinnost.
- Význam individualizace tréninkových programů.
- Doporučení pro prevenci úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech.

První část práce měla za úkol definovat úrazy hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech. Zaměřila se na faktory ovlivňující úrazy hlavy a krční oblasti, lokalizaci a typy těchto úrazů, včetně úrazů krční páteře. Součástí tohoto úseku bylo také zmapování otřesů mozku v kontaktních sportech a jejich kategorizaci. Byly představeny jednotlivé kontaktní sporty a analyzován výskyt úrazů hlavy a krční oblasti, včetně otřesů mozku.

Druhá část se zaměřila na zkoumání síly krku jako prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech. Zabývala se souvislostí mezi silou krku a rizikem úrazu hlavy a krční oblasti, významem posilování svalů krku v prevenci úrazu hlavy, ale také faktory ovlivňujícími sílu krku, jako jsou věk, pohlaví a sportovní disciplína.

Třetí část práce zkoumala preventivní postupy a metody posilování síly krku jako ochranu před úrazy hlavy a krční oblasti. Zaměřila se na různé metody posilování síly krku, jejich účinnost a význam individualizace tréninkových programů. Byla představena doporučení pro prevenci úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech

4 Deskriptivně-analytická část

4.1 Zranění v kontaktních sportech

Beers et al. (2004) rozdělují sporty do skupin kontaktních a nekontaktních a stanovuje rozdíly v míře závažnosti a počtu úrazů mezi oběma skupinami. Ve dvanácti sportech u amerických vysokoškolských mužských týmů a v pěti sportech u středoškolských mužských týmů ve školních letech 2009/2010 až 2013/2014 bylo zjištěno, že počet úrazů v kontaktních sportech je výrazně vyšší než v nekontaktních, přičemž úrazy v kontaktních sportech mají tendenci být vážnější. Největším rozdílem byla však příčina vzniku jednotlivých zranění. U nekontaktních sportů se jednalo převážně o zranění, která si sportovec přivodil vlastním působením nebo podmínkami, které u výkonu panovaly. V kontaktních sportech se jednalo primárně o kontaktní situace s ostatními hráči i situace spojené s prostředím.

Meeuwisse (1994) uvádí, že ke zranění dochází v momentě, kdy tlak vyvíjený na danou tkáň přesahuje její kapacitu vstřebání akutního či chronického stresu. Dále klasifikuje sportovní zranění do dvou základních kategorií, které se odlišují podle příčiny vzniku.

První kategorií jsou akutní zranění, která jsou charakterizována náhlým makrotraumatickým podnětem. Mezi běžné příklady patří zlomeniny a ruptury vazů, kde je často zranění zapříčiněno působením externí síly vedoucí k narušení struktury tkáně. Druhou kategorií jsou zranění z opakovaného přetížení, jejímž důsledkem je vznik mikrotraumat. Mezi typické případy patří únavové fraktury a záněty šlach. V těchto situacích bývá příčina méně patrná a poškození tkáně je způsobeno spíše přetěžováním určitého segmentu nežli akutním narušením. Existují také zranění, jako jsou svalová natržení, která mohou kombinovat prvky obou typů zranění.

4.1.1 Faktory ovlivňující zranění v kontaktních sportech

Dle Gissane et al. (2001) je účast ve sportu obecně považována za zdraví prospěšnou, sport může mít však také negativní dopady na zdraví v podobě různých zranění a nehod. Lysens et al. (1991) popisují mnoho rizikových faktorů, které jsou obvykle rozděleny do dvou kategorií: vnitřní (týkající se samotného jedince) a vnější (související s vnějším prostředím).

Do kategorie vnitřní zařazují Lysens et al. (1991) faktory individuální biologické, biomechanické a psychosociální charakteristiky, které rozhodují o míře a pravděpodobnosti zranění. Naopak vnější rizikové faktory jsou nezávislé na postižené osobě a spočívají na specifčnosti aktivit prováděných v době zranění a na způsobu, jakým je daný sport vykonáván. Gissane et al. (2001) uvádí v Tabulce 1 přehled nejčastějších vnitřních a vnějších rizikových faktorů.

Tabulka 1: Vnitřní a vnější rizikové faktory

Vnitřní rizikové faktory	Vnější rizikové faktory
Fyzické charakteristiky:	Expozice:
Věk	Druh sportu
Pohlaví	Hrací čas
Somatotyp	Pozice v týmu
Velikost těla	Úroveň soutěže
Předchozí zranění	Rozcvička
Fyzická kondice	Osobní vybavení
Kloubní mobilita	Trénink
Svalová ztuhlost	Koučování
Ligamentózní laxnost	Rozhodčí
Nesprávné postavení dolních končetin	Kontrola hry
Dynamická síla	
Statická síla	Protihráči:
Úroveň dovedností	Hra proti pravidlům
Psychologické charakteristiky	Fyzické vlastnosti protihráče
Psychosociální charakteristiky	
Úroveň dovedností	Prostředí:
Ochota podstupovat rizika	Typ a stav hracího povrchu
Interakce s ostatními hráči	Povětrnostní podmínky
Sportovní zkušenosti	Denní doba
	Období sezóny
	Vybavení:
	Ochranné vybavení
	Obuv
	Ortézy

Zdroj: Gissane et al. (2001)

Lysens et al. (1991) však toto rozdělení rizikových faktorů na vnitřní a vnější zároveň kritizují a označují je jako umělé a nedokonalé, jelikož zranění vycházející z účasti ve sportovních aktivitách jsou doprovázena složitými pohybovými vzorci a situacemi, ve kterých působí různé rizikové faktory současně.

Lysens et al. (1991) dále pokračují a označují porozumění individuálním rizikovým faktorům v primární prevenci zranění v kontaktních sportech jako velmi významné. Tato opatření mohou zahrnovat různé postupy, jako je přiměřené rozcvičení, dostatečná hydratace nebo vhodné použití elastických a pevných tejpů. Dále mohou být zahrnuta i další preventivní opatření jako jsou ochranné výstroje, například chrániče na zuby v ragby a basketbalu, nebo ochranné helmy v americkém fotbale a ledním hokeji. Součástí těchto opatření by měla být i výuka správné techniky rozdílných dovedností v kontaktních sportech při provádění či přijímání kontaktu s vnějšími podněty a správné techniky pádů, jelikož právě při kontaktu dochází k největší četnosti zranění v těchto sportech.

Gissane et al. (2001) upozorňují, že vnější rizikové faktory se bezesporu liší napříč různými sporty a mohou být rozdílné i na jednotlivých postech v těchto sportech, stejně tak jako v podmínkách, za kterých se sport provozuje. Jako další příklady uvádí pozemní hokej a americký fotbal, kde je zvýšená míra zranění hlášena v situacích, kdy se zápasy hrají na umělém povrchu. V americkém fotbale se riziko zranění kolene a kotníku významně zvýšilo, pokud hra probíhala na umělé trávě ve srovnání s přírodním povrchem. Fair a Champa (2019) zařazují moment vzniku zranění mezi nejjasněji rozpoznatelné aspekty procesu zranění, který tvoří předmět rozsáhlého výzkumu. V kontaktních týmových sportech mají tyto incidenty výraznou specifickou závislost jak na jednotlivých typech sportů, tak na jednotlivých pozicích hráčů v daném sportu. Například bylo poukázáno na to, že profesionální fotbal je charakteristický vysokým výskytem zranění kolenního kloubu a zadních stehenních svalů, která jsou často důsledkem tělesného střetu s protivníkem. Dále se uvádí, že s výjimkou pozice brankáře, nejsou zranění horní poloviny těla tak podstatná, aby výrazněji omezovala fotbalisty v účasti na tréninku a utkání.

4.1.2 Lokalizace a typy zranění

McBain et al. (2012) rozdělují místa zranění na čtyři hlavní oblasti: hlavu/krk/páteř, trup, horní končetiny a dolní končetiny. Dále jako hlavní typy zranění zmiňují poranění

centrálního a periferního nervového systému, poranění kůže, poškození kostí, poranění kloubů (mimo kosti) a svalová poranění.

Následně prezentují nejvíce zkoumané typy a oblasti zranění v jednotlivých sportech. Zmiňují výzkumy zaměřené především na fotbal, americký fotbal a ragby, kde nejhojnější zastoupení mělo zranění dolních končetin, přičemž dominantní část se týkala zranění spojených s klouby (mimo kosti) a vazy. Druhou nejvýznamnější skupinou byla poranění hlavy a otřesy mozku, to však dávají za příčinu hojněmu zastoupení výzkumů s vysoce kontaktními sporty, kde často dochází ke kontaktu v oblasti hlavy a horní části těla, jako je americký fotbal a ragby.

Rozdělení zranění podle lokalizace na těle prezentují Hootman et al. (2007) v rámci tréninků a soutěží u patnácti sportů během šestnáctiletého období. Rozložení zranění mezi tréninky a zápasy uvádí jako srovnatelné. Více než polovina všech zmiňovaných zranění se týká dolní části těla jak při trénincích, tak v soutěžích, přičemž převládají zranění kolen a kotníků. Jako druhou nejpočetnější skupinu však uvádí zranění horní části těla, a až na třetím místě poranění hlavy.

Tabulka 2: Frekvence a procentuální zastoupení jednotlivých zranění v různých sportech

Zranění	Frekvence	Procento všech zranění	Míra zranění na 1000 sportovních expozi	95% interval spolehlivosti
Podvrtnutí vazů kotníku:				
Muži baseball	663	7.9	0.23	0.21, 0.25
Muži basketbal	3205	26.6	1.30	1.26, 1.35
Ženy basketbal	2446	24.0	1.15	1.10, 1.20
Ženy pozemní hokej	327	10.0	0.46	0.41, 0.51
Muži americký fotbal	9929	13.6	0.83	0.81, 0.84
Ženy gymnastika	423	15.4	1.05	0.95, 1.15
Muži lední hokej	296	4.5	0.23	0.20, 0.26
Ženy lední hokej*	12	2.8	0.14	0.06, 0.22
Muži lakros	698	14.4	0.66	0.61, 0.71
Ženy lakros	602	17.7	0.70	0.65, 0.76
Muži fotbal	2231	17.2	1.24	1.19, 1.29
Ženy fotbal	1876	16.7	1.30	1.24, 1.36

Ženy softball	526	9.9	0.32	0.29, 0.35
Ženy volejbal	1649	23.8	1.01	0.96, 1.06
Muži zápas	715	7.4	0.56	0.52, 0.60
Muži jarní americký fotbal	1519	13.9	1.34	1.27, 1.40
Celkový počet podvrtnutí vazů kotníku	27 117	14.9	0.83	0.82, 0.84
Poranění předního zkříženého vazů:				
Muži baseball	56	0.7	0.02	0.01, 0.02
Muži basketbal	167	1.4	0.07	0.06, 0.08
Ženy basketbal	498	4.9	0.23	0.21, 0.25
Ženy pozemní hokej	53	1.6	0.07	0.05, 0.09
Muži americký fotbal	2159	3.0	0.18	0.17, 0.19
Ženy gymnastika	134	4.9	0.33	0.28, 0.39
Muži lední hokej	78	1.2	0.06	0.05, 0.07
Ženy lední hokej*	3	0.7	0.03	0.00, 0.07
Muži lakros	131	2.7	0.12	0.10, 0.15
Ženy lakros	145	4.3	0.17	0.14, 0.20
Muži fotbal	168	1.3	0.09	0.08, 0.11
Ženy fotbal	411	3.7	0.28	0.26, 0.31
Ženy softball	129	2.4	0.08	0.06, 0.09
Ženy volejbal	142	2.0	0.09	0.07, 0.10
Muži zápas	147	1.5	0.11	0.10, 0.13
Muži jarní americký fotbal	379	3.5	0.33	0.30, 0.37
Celkový počet poranění předního zkříženého vazů	4800	2.6	0.15	0.14, 0.15
Otřesy mozku:				
Muži baseball	210	2.5	0.07	0.06, 0.08
Muži basketbal	387	3.2	0.16	0.14, 0.17
Ženy basketbal	475	4.7	0.22	0.20, 0.24
Ženy pozemní hokej	129	3.9	0.18	0.15, 0.21
Muži americký fotbal	4404	6.0	0.37	0.36, 0.38
Ženy gymnastika	64	2.3	0.16	0.12, 0.20
Muži lední hokej	527	7.9	0.41	0.37, 0.44

Ženy lední hokej*	79	18.3	0.91	0.71, 1.11
Muži lakros	271	5.6	0.26	0.23, 0.29
Ženy lakros	213	6.3	0.25	0.22, 0.28
Muži fotbal	500	3.9	0.28	0.25, 0.30
Ženy fotbal	593	5.3	0.41	0.38, 0.44
Ženy softball	228	4.3	0.14	0.12, 0.16
Ženy volejbal	141	2.0	0.09	0.07, 0.10
Muži zápas	317	3.3	0.25	0.22, 0.27
Muži jarní americký fotbal	612	5.6	0.54	0.50, 0.58
Celkový počet otřesů mozku	9150	5.0	0.28	0.27, 0.28

*Data pro Ženy lední hokej začala být zaznamenávána v roce 2000-2001

Zdroj: Hootman et al. (2007)

V Tabulce 2 Hootman et al. (2007) poskytují přehled o frekvenci a míře zranění vazů kotníku, předních zkřížených vazů (ACL) a otřesů mozku ve vybraných sportech pro muže a ženy, jakožto nejčastějších typů zranění zaznamenaný v těchto sportech.

Z této tabulky vyplývá, že zranění ACL mají nejvyšší celkové zastoupení a objevují se v různých sportech s různou mírou výskytu. Některé sporty mohou mít vyšší procento zranění ACL v závislosti na zatěžování a míře stresu v tomto segmentu. Stejně pravidlo platí i u poranění kotníku a otřesů mozku. Otřesy mozku jsou také porovnávány napříč sporty a pohlavími, přičemž některé sporty mohou mít výrazně vyšší míru otřesů mozku než ostatní, což je dáno četností kontaktu v daných sportovních odvětvích.

Rovněž jsou zobrazeny rozdíly v míře zranění mezi mužskými a ženskými sporty, což naznačuje možné rozdíly ve stylu hry, fyzické interakci nebo v celkovém riziku jednotlivých sportů.

V příkladu na olympijských hrách v roce 2004, v nichž se odehrálo 456 utkání ve 14 týmových sportech, popisuje Junge et al. (2006) jak bylo nahlášeno celkem 377 zranění, což představuje průměr 0,8 zranění na utkání. Dolní končetiny byly postiženy u 50 % všech hlášených případů, zatímco zranění hlavy nebo krku tvořila 24 %. Zranění horních končetin (17 %) a trupu (9 %) byla zaznamenána méně často. Nejčastěji zde docházelo k incidentům se zraněním hlavy (21 %), kotníku (13 %) a kolene (13 %). Téměř polovina všech zranění (46 %) byla klasifikována jako pohmožděniny, následované vyvrtnutími (13 %) a natržením či poraněním svalů (10 %). Dále bylo diagnostikováno 17 zlomenin, 17 ruptur vazů, 8 vykloubení, 7 otřesů mozku a 4 léze menisku. Spektrum diagnostikovaných zranění bylo široké, stejně tak jako předpokládaná míra závažnosti poranění a následná

rekonvalescence. Většina zranění (78 %) vznikla v důsledku kontaktu s jiným hráčem, přičemž více než polovina (54 %) byla vyhodnocena jako důsledek nedovolených zákroků.

Míra zranění v utkáních byla u mužů nepatrně vyšší než u žen a zároveň zranění u mužů častěji vedla k vynechání následného utkání či tréninku. Ačkoliv byly místa a okolnosti zranění u obou pohlaví podobné, typy zranění se mezi muži a ženami významně odlišovaly. Ženy vykazovaly vyšší náchylnost k otřesům mozku a vyvrtnutí kotníku, ale byl u nich zaznamenán nižší výskyt zlomenin a řezných zranění v porovnání s muži. Byly také zaznamenány značné rozdíly ve frekvenci, charakteristice a příčinách zranění v závislosti na typu sportu.

Rozdíly v typech zranění byly statisticky významné i mezi jednotlivými kolektivními sporty, dokonce i když byla srovnána pouze čtveřice sportů s nejvyšší mírou zranění (házená, fotbal, basketbal a pozemní hokej). Zdá se, že závažná zranění, jako jsou zlomeniny a ruptury vazů, jsou častější v házené a basketbalu ve srovnání s ostatními sporty, kde bylo zaznamenáno takových zranění daleko méně. Tento fakt se opět opíral o míru kontaktu a zatěžování jednotlivých segmentů těla ve zmiňovaných sportech. (Junge et al., 2006)

4.1.3 Zranění v krční oblasti

Durbin et al. (1969) označují osoby s krátkým a silným krkem jako odolnější vůči zraněním než osoby s delším krkem a slabšími svaly na něm. Klíčovými pohyby krku jsou flexe, extenze, laterální flexe a rotace. Dříve převládal názor, že zranění krční páteře jsou způsobena primárně flexí a extenzí, ale současné poznatky upozorňují na zásadní vliv rotace a její častou kombinací s různými vnějšími silami. Zranění mohou zasahovat jak svaly, tak vazy nebo kosti a klouby. Mezi hlavní svaly krku patří zdvihač hlavy, sval trapézový a paravertebrální svaly, které při vzpřímeném držení těla zajišťují jeho stabilizaci. Tyto svaly jsou zřetelně aktivní například při zaujmutí bojového postoje, kde je patrná jejich kontrakce a podpora ramen. Poškození těchto struktur může nastat, když je silná svalová kontrakce překonána vyšší vnější silou, jako se děje u nárazů při sportovních aktivitách, nebo náhlou změnou rychlosti, jaké se vyskytují při autonehodách. Omezený pohyb krku může zvyšovat riziko zranění, nicméně krk zpevněný svalovou kontrakcí by měl být schopen odolat většině sil, kterým je běžně vystavován.

Deckey et al. (2020) naznačují problematiku zranění krku a krční páteře u atletů na vysokých školách. Za příčinu vysoké frekvence takových zranění ve sportovním prostředí považují přirozenou nestabilitu krku. Typická jsou zranění způsobená přímým nárazem, nadměrným natažením, tahem nebo stlačením nervového svazku ramene, opakovaným přímým nárazem hlavy, neobvyklou svalovou aktivitou nebo opakovaným traumatickým vlivem. Vysoké riziko zranění je spojeno se svalovou dysbalancí, často v důsledku nedostatečné silové kondiční přípravy.

Cooper et al. (2003) popisují možnosti zranění mozku včetně otřesů mozku, syndromu druhého nárazu, postkomočního syndromu a intrakraniálního krvácení, přičemž otřes mozku stanovují jako nejběžnější typ sportovního zranění hlavy. Dále však upozorňují na poranění krční části páteře, které představuje značně vyšší riziko pro závažné poškození míchy, a může tak vést i k vážné invaliditě. Hlavním principem, který stojí za závažnými úrazy krční páteře v rámci sportovních aktivit, je vertikální nebo axiální tlak působící na páteř. Typicky se jedná o náraz do horní části hlavy při ohnutém krku. Síla z axiálního tlaku se v důsledku ztráty přirozeného zakřivení páteře v této poloze nemůže rovnoměrně rozložit, což vede k poškození obratlů nebo k vykloubení meziobratlových kloubů. Méně vyskytující se jsou intraspinalní krvácení, která mohou být vyvolána nejen akutním traumatem, ale také přítomností cévní anomálie ve spinálním kanálu. I když zlomeniny páteře a poškození míšního provazce působí jako vážnější a bývají i zmiňována častěji, méně závažné, avšak mnohem běžnější úrazy, jako jsou poranění a pohmoždění vazů a svalů, mohou způsobit závažnou invaliditu a trvalé následky. Především u dětí existuje riziko, že poranění vazů nemusí být identifikováno a bude mylně považováno za běžnou pružnost vazů či za svalové spazmy.

Frekvenci a podíl zranění hlavy a krku znázorňují McIntosh a McCrory (2005) na vybraných kontaktních sportech, které jsou často spojovány s vysokým rizikem poškození hlavy a krční oblasti. V této studii vyzdvihovali konkrétně následující data jako významná pro další výzkum a prevenci. V ragby se setkáváme se zraněními hlavy v rozpětí 14 až 25 % a poranění krku 5 až 15 %. Mladí hráči ledního hokeje vykazují značnou míru zranění, až 96 případů na 1000 herních příležitostí, na profesionální úrovni se hodnota snižuje na 53. V americkém fotbale je evidováno 40 zranění na 1000 herních příležitostí, přičemž 6,1 % případů tvoří otřesy mozku. V baseballu je mezi dětmi ve věku 5 až 14 let zaznamenáno 28 % zranění obličeje, 11 % zranění hlavy a 5 % poškození úst. Mládežnický fotbal vykazuje výskyt zranění hlavy mezi 4 až 20 %, přičemž jsou jako

hlavní příčiny vedeny nárazy do hlavy a technika hlavičkování. Boxování se pojí s 16% pravděpodobností vzniku otřesu mozku a trvalých následků. Těmito údaji se snaží poukázat na nutnost začlenění specifických preventivních opatření v každé sportovní disciplíně za účelem minimalizace rizik těchto zranění.

Proctor a Cantu (2000) naopak odhadují frekvenci traumatických zranění centrálního nervového systému v celkové populaci. V případě mozkových zranění se jedná o 150 až 430 případů na 100 000 obyvatel a v případě míšních zranění o 150 až 500 případů na 100 000 obyvatel. Očekává se, že 3 % až 25 % těchto úrazů má původ ve sportovních aktivitách. Přestože by se mohlo zdát, že úrazy nervového systému jsou specifické jen pro kontaktní sporty, realita ukazuje, že se mohou objevit téměř ve všech sportovních odvětvích. Tyto incidenty jsou však sporadické a nejsou tak často prezentovány veřejnosti, což vede k podcenění skutečného rozsahu problému.

Proctor a Cantu (2000) dále poukazují na trendy v oblasti sportovních úrazů. Bylo zjištěno, že riziko závažných úrazů hlavy a páteře v týmových kontaktních sportech obvykle narůstá s věkem účastníků. Americký fotbal slouží jako příklad, kde na základních školách nejsou zaznamenány významné počty těchto zranění, míra úrazů pak stoupá s přechodem z juniorských škol do středních a vysokých škol a dále na profesionální úroveň. To je způsobeno tím, že v raném věku je intenzita nárazu, určená hmotností a rychlostí jedince, relativně nízká ve srovnání s fyzicky plně vyvinutými sportovci. Jednotlivá zranění hlavy, krku a páteře následně prezentují v Tabulce 3.

Tabulka 3: Poranění hlavy a krku a páteře

Poranění hlavy	Poranění krku a páteře
Otřes mozku	Zlomeniny, otřes, pohmoždění a krvácení krční páteře
Syndrom po otřesu mozku	Komprese (Prasknutí) krční páteře
Syndrom druhého nárazu	„Pálení“ nebo „Přetažení“
Nitrolební krvácení	Přechodná kvadruplegie
Kontuze mozku	Cévní poranění
	Otřes krční páteře
	Kontuze krční páteře

Zdroj: Proctor a Cantu (2000)

4.2 Otřesy mozku

4.2.1 Otřesy mozku v kontaktních sportech

Cooper et al. (2003) a Proctor a Cantu (2000) se shodují, že existuje několik definic otřesu mozku, jejichž obsah se liší a vyvolává v odborných kruzích debaty. Kongres neurologických chirurgů, jak uvádí Gurdijan a Voris (1966), prostřednictvím své Komise pro terminologii poranění hlavy popisuje otřes mozku jako klinický syndrom projevující se bezprostředním, ale dočasným posttraumatickým snížením neurálních funkcí, jako jsou změny ve vědomí, zrakové a rovnovážné poruchy apod., způsobené zapojením mozkového kmene. Termín komoče neboli otřes mozku se běžně využívá jako ekvivalent pro pojmenování lehkého traumatického poranění mozku. Nicméně tento výraz spíše charakterizuje nejlehčí stupně takovýchto poranění. Všeobecně se považuje za specifický klinický syndrom, který je důsledkem biomechanického působení na funkci mozku, často s vlivem na paměť a orientaci, a který může zahrnovat i ztrátu vědomí. Přestože je tato charakteristika přesná, z hlediska klinické diagnostiky nevnáší zásadní přínos. Zdůrazněna by měla být důležitost fyzických příznaků a symptomů po úrazu hlavy, i když jejich přítomnost sama o sobě vždy nenaznačuje přímé poškození mozku. Nejpraktičtější definicí se tedy jeví být změna mentálního stavu vyvolaná traumatem, která může, ale nemusí vést k ztrátě vědomí. (Mullally, 2017)

Kelly et al. (1991) s touto definicí souhlasí a dodávají, že jde o jakoukoliv změnu cerebrální funkce vyvolanou přímým nebo nepřímým účinkem síly na hlavu, vedoucím k jednomu nebo více z akutních příznaků či symptomů.

Mezi základní příznaky a symptomy zařazují Kelly et al. (1991) krátkodobou ztrátu vědomí, závratě, kognitivní a paměťové poruchy, tinnitus, rozmazané vidění, obtíže s koncentrací, amnézii, bolest hlavy, nevolnost, zvracení, fotofobii nebo poruchy rovnováhy. Cooper et al. (2003) pak mezi zpožděné příznaky a symptomy zařazují narušení spánkového režimu, únavu, změny v osobnosti, neschopnost vykonávat běžné denní činnosti, deprese nebo apatii. Mezi nejzávažnější projevy sportovního úrazu hlavy patří intrakraniální krvácení, které je hlavní příčinou smrti v důsledku sportovního úrazu hlavy. U intrakraniálního krvácení je nezbytné okamžité posouzení a intenzivní léčba k předejití smrtelnému výsledku. McCroy et al. (2017) symptomy kategorizují na tělesné, kognitivní a emoční. Může se jednat o různé fyzické projevy, dysfunkce rovnováhy, behaviorální změny, kognitivní dysfunkce či poruchy spánku a bdění. Zároveň uvádí, že

se příznaky a symptomy v některých případech mohou objevovat postupně během několika minut až hodin. Obvykle se však projevují rychlým vznikem dočasného narušení neurologických funkcí, které se následně samovolně zotaví.

Počáteční změny mentálního stavu mohou být dle Mullally (2017) v nejlehčích případech charakterizovány zmateností nebo vnímáním „hvězd“, potenciálně doprovázené krátkodobou dezorientací. S různou intenzitou úrazu může nastat ztráta vědomí, dočasné přerušení činnosti retikulárního aktivačního systému, iniciované rotací na spoji mezimozku a talamu, která může být následována krátkým obdobím amnestických příznaků, nicméně tento jev se objevuje pouze u méně než 10 % pacientů postižených komocí.

Přestože přítomnost ztráty vědomí sama o sobě není definitivním ukazatelem traumatického poranění mozku, jednoznačně indikuje vznik závažného úrazu. Prodloužená délka ztráty vědomí naznačuje spíše vážné traumatické poškození mozku než pouze lehkou komoci. Délka posttraumatické amnézie, ať už anterográdní (neschopnost vytvářet nové vzpomínky) nebo retrográdní (zapomnění událostí před úrazem), je s to sloužit jako měřítko závažnosti úrazu. Hodnocení amnézie se však může lehce zkomplikovat, jelikož pacientovy vzpomínky mohou být ovlivněny informacemi získanými od svědků, rodiny, přátel, spoluhráčů a trenérů po události.

Závažnost hodnotí McCrory et al. (2017) projevem klinických příznaků a symptomů, které nemusí nutně zahrnovat ztrátu vědomí. Obnovení klinických a kognitivních funkcí obvykle probíhá postupně a plynule, avšak v některých případech mohou symptomy přetrvávat delší dobu. Proctor a Cantu (2000) oponují svým názorem, že by ztráta vědomí neměla být posuzována vážněji než jiné indikátory otřesu mozku, jako je amnézie nebo zmatení, a to především při rozhodování o návratu k předchozím činnostem. V jejich výzkumu ztráta vědomí neznamenal větší neuropsychologické poškození ve srovnání s pacienty bez ztráty vědomí. Tyto výsledky zpochybňují trvalý důraz na ztrátu vědomí jakožto hlavní kritérium pro závažnost situace a rozhodování o návratu sportovce na hřiště po otřesu mozku.

Za hlavní příčiny otřesu mozku jmenují McCrory et al. (2017) údery do hlavy, obličeje, krku nebo kterékoliv jiné části těla, při kterých dojde k přenosu impulzní síly na hlavu. Mullally (2017) dodává jako důsledek přímého nárazu a prudké změny pohybu hlavy, které jsou typické pro zranění „bičovým efektem.“

Cantu (1996) upozorňuje, že určité otřesy mozku vedou k strukturálnímu poškození a ztrátě mozkových buněk. Riziko otřesu mozku se tak u hráče, který již v minulosti nějaký utrpel, zvyšuje čtyřnásobně až šestnásobně. K otřesu mozku může dojít jak při přímém nárazu do hlavy během srážek či pádů, tak i bez bezprostředního úderu, pokud je na mozek vyvinuta dostatečná síla, například při zranění s mechanismem bičového efektu.

Stav, při kterém dojde k druhému úrazu hlavy ještě před úplným odezněním symptomů z prvního úrazu, což často vede k vysoké úmrtnosti a morbiditě, popisují Cooper et al. (2003) jako syndrom druhého nárazu.

Identifikace a posouzení sportovního otřesu mozku u dospělých sportovců přímo na hřišti představuje dle McCrory et al. (2017) pro zdravotnické pracovníky určitou výzvu. Tento úkol často vyžaduje rychlé hodnocení v prostředí soutěže, za časového tlaku a s nedočkavým sportovcem. Klíčové je provést standardizované, objektivní vyšetření zranění, které vyloučí závažnější poškození a umožní rozhodnout o dalším postupu se sportovcem. Hodnocení na místě zahrnuje identifikaci zranění, hodnocení příznaků, kognitivních a kraniových nervových funkcí a rovnováhy. Často jsou nutná opakovaná vyšetření. Vzhledem k tomu, že se situace může vyvíjet a příznaky se mohou objevit i s odstupem, je zásadní postupovat s maximální opatrností (tj. vyloučit sportovce ze soutěže při jakémkoliv podezření na zranění). Kritickým prvkem hodnocení je také podrobná historie předchozích otřesů mozku, a to jak u postiženého sportovce, tak při provádění preventivních předsoutěžních prohlídek. Přítomnost symptomů či projevů v kterékoliv z těchto klinických oblastí by měla vyvolat podezření na komoci, a vést k zahájení vhodných léčebných postupů.

Přestože diagnostika komoce zůstává subjektivní a opírá se o klinické hodnocení, Mullally (2017) popisuje, jak lze pomocí biomarkerů asociovaných s poškozením astrocytů a axonů detekovat traumatické poranění mozku a předpovědět jeho závažnost. Tyto biomarkery dokázaly spolehlivě identifikovat přítomnost poranění a mohou nabízet prognostické informace o rozsahu zranění.

Neurologická dysfunkce způsobená úrazem hlavy vyvolává komplexní neurochemické reakce. Přestože se očekává obnovení během 7-10 dní, porušený metabolický stav a omezený průtok krve mohou přetrvávat týdny, čímž se zvyšuje vulnerabilita nervové tkáně vůči dalšímu poškození.

4.2.2 Kategorizace otřesů mozku

Leclerc et al. (2001) popisují existující stupnice pro hodnocení otřesu mozku jako rozmanité, spíše než jako sjednocený vědecký konsensus, jelikož nebyly všeobecně uznány a prezentují tak odlišné názory expertů. Výjimkou je Glasgowská kóma stupnice pro hodnocení středně těžkých až těžkých poranění mozku v šestihodinovém intervalu. V oblasti hodnocení otřesu mozku existují různé metodické postupy. Zatímco některé systémy hodnocení otřesu mozku upřednostňují délku dezorientace a posttraumatické amnézie, jiné vnímají přítomnost vědomí bez ohledu na dobu amnézie. Většina základních stupnic se však opírá o trvání amnézie a ztrátu vědomí. Jednotlivé stupnice jsou zobrazeny v Tabulce 4.

Tabulka 4: Typy klasifikace otřesů mozku

Typy klasifikace	Podstata	Úrovně závažnosti
Glasgowská kóma stupnice (Leclerc et al., 2001)	Stav vědomí	3
Coloradské pokyny (Kelly et al., 1991)	Přítomnost a trvání bezvědomí	3
Cantuova stupnice (Cantu, 1986)	Přítomnost a trvání bezvědomí a amnézie	3
Klasifikace Americké akademie neurologie (Leclerc et al., 2001)	Přítomnost a trvání bezvědomí a amnézie	3
McGill stupnice (Leclerc et al., 2001)	Přítomnost a trvání bezvědomí a amnézie	3

Zdroj: Vlastní na základě provedené rešerše

Gurdijan a Voris (1966) se pokusili zjednodušit kategorizaci otřesu mozku tím, že jej rozčlenili do tří skupin podle doby trvání bezvědomí: 1. lehký (bez ztráty vědomí), 2. mírný (ztráta vědomí spojená s retrográdní amnézií) a 3. vážný (bezvědomí trvající déle než 5 minut).

Stupnici hodnocení pro použití na hřišti, kde hodnocení míry vážnosti využívá jak dobu bezvědomí, tak posttraumatickou amnézii, zveřejnil následně Cantu (1986). Například posttraumatická amnézie delší než 24 hodin signalizuje vážnější mozkové poškození než 30 sekund bezvědomí, což je obecně akceptováno.

Zůstává nicméně nejasné, jak hodnotit hráče s otřesem mozku bez ztráty vědomí a posttraumatické amnézie, ale s prodlouženým výskytem symptomů po otřesu mozku, jako je bolest hlavy, závratě a potíže s koncentrací a rovnováhou. Toto je běžný problém, kterému čelí lékaři sportovní medicíny. (Leclerc et al., 2001)

Kelly et al. (1991) po úmrtí na následky poranění hlavy v americkém fotbale představili další klasifikaci (Coloradské pokyny), v níž jakákoli ztráta vědomí indikuje vážný otřes mozku, a ztráta vědomí je považována za klíčový symptom pro vedení léčby. Tento přístup předpokládá, že jakákoli ztráta vědomí naznačuje přímé ovlivnění obou mozkových hemisfér nebo mozkového kmene. Při klasifikaci otřesu mozku udává jako zásadní přítomnost či absenci těchto parametrů, bez ohledu na dobu trvání zmatku či amnézie.

S tímto názorem se neshodují Lovell et al. (1999), když posoudili pacienty s lehkým poraněním hlavy, jak s, tak bez ztráty vědomí. Vycházeli z předpokladu, že pacienti, kteří prošli při otřesu mozku ztrátou vědomí, by na neuropsychologických testech určených pro detekci lehkého traumatického poranění mozku měli dosáhnout horších výsledků. Při srovnání pacientů s a bez ztráty vědomí však nenalezli důkazy podporující důležitost ztráty vědomí oproti jiným projevům otřesu mozku, jako je amnézie či dezorientace, při rozhodování o navrácení se k předchozím aktivitám a závažnosti poranění.

Leclerc et al. (2001) zmiňují pokus Americké akademie neurologie v navrhnutí parametrů založených na Coloradských pokynech od Kelly et al. (1991), za účelem identifikace kvalitativních tříd v případě otřesu mozku, což mělo potenciálně vést k vytvoření standardů a směrnic při postupu léčení tohoto zranění. Tento krok se však nezdařil pro nedostatek potřebných studií a informací, a vznikla jen další poupravená neoficiální stupnice. Doba posttraumatické amnézie a bezvědomí tak jsou stále považovány za klíčové, společně se zmateností a jakoukoli poruchou neurální funkce. Dále je také jakákoli ztráta vědomí nadále hodnocena jako třetí a nejzávažnější stupeň.

Hlavním rozdílem mezi Cantuovou stupnicí a klasifikací Americké akademie neurologie, které jsou v současné době v oblasti sportovní medicíny používány nejčastěji, je důraz na posttraumatickou amnézii oproti ztrátě vědomí. V těchto dvou stupnicích se doba trvání amnézie a ztráta vědomí stávají hlavními faktory určujícími závažnost zranění. Cantu

(1996) považuje za zjevně nesprávné řadit případ s několikasekundovým bezvědomím do nejzávažnější kategorie, zatímco případ s hodinami trvající amnézií do méně závažné kategorie. Ačkoli mohou být tyto dva parametry důležité pro prognózu těžkého poškození mozku, jejich přínos pro hodnocení mírnějších stupňů poškození mozku nebyl prokázán. (Leclerc et al., 2001)

Leclerc et al. (2001) představují nový systém klasifikace otřesu mozku, který, stejně jako ostatní současné hodnotící systémy, nebyl ještě validován. Tato nová klasifikace je zaměřena na identifikaci nejnižšího stupně otřesu mozku, tj. 75 % všech sportovně souvisejících otřesů mozku, které jsou považovány za mírné a u nichž amnézie a ztráta vědomí nejsou hlavními projevy. Nová stupnice umožňuje získat podstatné informace o těchto lehkých zraněních a jejich potenciálních následcích, a tím vytvořit hlubší porozumění dlouhodobým dopadům mírných otřesů mozku, směřující tak k utvoření jednotného hodnotícího systému pro všechny otřesy mozku. Dosavadní rozmanitost stupnic a nejednotnost názorů je důsledkem nedostatku dat založených na vědeckých důkazech. Každá stupnice si klade za cíl být komplexní, s ohledem především na úplnost a bezpečnost atletů, přičemž řada těchto stupnic se snaží začlenit otřes mozku do širšího rámce mírného poškození mozku, jako nejméně závažnou formu poškození mozku v rámci spektra hodnocení. Hlavním cílem všech stupnic by však měla být prevence dalšího zranění a vyhnutí se tragickým důsledkům.

Proctor a Cantu (2000) se zastávají Cantuovy stupnice a dodávají, že nezávisle na tom, kterou stupnici lékař preferuje, je klíčové aplikovat jednotná kritéria pro návrat do hry, a zabránit tak opakovanému zranění sportovce a tragickým důsledkům.

4.2.3 Otřesy mozku na příkladech kontaktních sportů

Otřesy mozku jsou relativně častým jevem ve sportech, které se vyznačují vysokou mírou fyzického kontaktu a rychlých pohybů. Hokej, ragby, fotbal a americký fotbal patří dle Proctor a Cantu (2000) mezi nejrizikovější, co se týče poranění hlavy v důsledku sportovní aktivity v týmových kontaktních sportech. Příčiny komoče v nich lze přičítat několika faktorům, včetně tvrdých tělesných střetů mezi hráči, nárazů hlavy o tvrdé povrchy jako je zem nebo led, a také prudkých změn směru, které mohou být způsobeny střetem s protihráčem či sportovním zařízením, při němž dochází k náhlému pohybu hlavy vpřed a vzad, což může vést k otřesu mozku i bez přímého nárazu. Zvýšená fyzická interakce mezi hráči zvyšuje riziko kolizí vedoucích k otřesům mozku. Hráči se pohybují s vysokou

rychlostí a v krátkém okamžiku se stávají součástí silných nárazů, které mohou vést k otřesu mozku.

Například v ledním hokeji je vysoká pravděpodobnost nárazů hlavy o mantinel nebo o jiné hráče při jejich střetu, které mohou vést k závažným a trvalým poškozením, jak uvádí Cooper et al. (2003). Typ a míra zranění hlavy jsou v hokeji ovlivněny používáním ochranných helem a chráničů zubů. Hráči s lépe sedícími helmami a chrániči na zuby obvykle utrpěli mírnější otřesy mozku a zmeškali méně her a tréninků než hráči bez chráničů na zuby nebo s volně usazenými helmami. Cantu (1996) udává u ledního hokeje 0,27 případů otřesů mozku na 1000 herních situací, což je v jeho studii nejvíce ze všech kontaktních týmových sportů, které tato studie zahrnovala. Prien et al. (2020) v mnohem novější studii uvádí diametrálně odlišná čísla. Pro lední hokej mužů uvádí 1,63 případů otřesů mozku na 1000 herních situací a pro ženský lední hokej 2,27 případů otřesů mozku na 1000 herních situací.

V ragby a americkém fotbale přináší podle Cooper et al. (2003) největší riziko skládka, kde hráči bojují o míč v těsném kontaktu což vytváří značné riziko nárazů hlavy. Odhaduje se, že v americkém fotbale až 5,6 % hráčů středních škol utrpí otřes mozku v dané sezóně a až 20 % hráčů zažije otřes mozku během své fotbalové kariéry. Překvapivě se 30 % až 69 % hráčů, kteří utrpěli otřes mozku, vrátí do hry během téhož zápasu. Většina otřesů mozku, konkrétně 43 %, nastává při skládkách, přičemž až 40 % otřesů mozku spojených se skládkami je způsobeno použitím nelegálních technik. Linebackeři jsou pozicí, která zaznamenává nejvyšší míru otřesů mozku. Cantu (1996) se s tímto názorem shoduje a dodává, že 20 % hráčů středoškolského amerického fotbalu zažilo nějakou formu otřesu mozku, a že 10 % hráčů vysokoškolského fotbalu utrpělo otřes mozku. Za hlavní rizikový faktor pro otřes mozku považuje Cooper et al. (2003) historii předchozího otřesu mozku. Historie ztráty vědomí zvyšuje riziko utrpění dalšího otřesu mozku čtyřnásobně ve srovnání s hráčem, který nikdy ztrátu vědomí nezažil. Po epizodě traumatického bezvědomí zažije 14,7 % hráčů amerického fotbalu v téže sezóně další otřes mozku. Zda je zvýšené riziko spojeno s počátečním poraněním mozku nebo pokračováním v používání nebezpečných technik už ale není zcela jasné.

Ragby, jak ho popisují Cooper et al. (2003), představuje kvůli vysoké četnosti fyzického kontaktu mezi hráči nemalé riziko úrazů hlavy a krku. Především nedostatek ochranné výstroje a agresivní způsob hry zvyšuje riziko zranění krční páteře. Zjistili, že naprosto drtivá většina všech úrazů hlavy se stala během utkání a nejvyšší frekvence zranění byla

zaznamenána na začátku sezóny a po delších pauzách. Prien et al. (2020) odhalují, že ragby vykazuje konzistentně nejvyšší míru výskytu s hodnotou 3 případy otřesů mozku na 1000 herních situací.

Stejně tak ve fotbale může docházet k otřesům mozku při soubojích hlavou o míč nebo nárazech hráčů hlavami o sebe. V souvislosti s fotbalem uvádí Cooper et al. (2003), že úrazy hlavy a obličeje tvoří až 22 % všech fotbalových úrazů, přičemž zhruba 20 % těchto úrazů jsou otřesy mozku. Dále prezentují, že míra otřesů mozku ve fotbale je srovnatelná s mírou otřesů v americkém fotbalu, a že šance na utrpění otřesu mozku je dvakrát pravděpodobnější pro muže než pro ženy, přičemž většina úrazů byla způsobena kontaktem mezi hráči. Dalším faktorem vedoucím k úrazům hlavy je technika hlavičkování. Vzhledem k hmotnosti fotbalového míče a rychlosti, které může dosahovat, není překvapující, že hlavičkování může vést k úrazům hlavy. Nejvíce ohroženou pozicí ve fotbale z hlediska úrazů hlavy nebo páteře je však brankář. S obdobnou pravděpodobností komoce ve fotbale a americkém fotbale souhlasí i Cantu (1996), nesouhlasí však už s pravděpodobností vzhledem k pohlaví, která se podle něj výrazně neliší. Naopak vyšší míru pravděpodobnosti otřesu mozku u žen udávají Prien et al. (2020), a to 1,48 případů otřesů mozku na 1000 herních situací u žen oproti 1,07 případů otřesů mozku na 1000 herních situací u mužů, kterou odůvodňuje například silou krku, hmotností hlavy, zvýšeným poměrem hlavy k míči a větší ochotou hlásit zranění.

Významným faktorem otřesu mozku je také míra ochrana hlavy. Ačkoli helmy by měly riziko otřesu mozku snižovat, výskyt komoce ve sportech s helmou a bez helmy je dle Cantu (1996) téměř totožný. Toto pravděpodobně podporuje fakt, že kontaktní sporty, ve kterých se nosí ochranné helmy, mají povolenou vyšší míru kontaktu než sporty bez ochranných helem.

Cantuův (1996) názor na náchylnost zranění hlavy s ohledem na pohlaví však zpochybňují svou studií nejen Prien et al. (2020) ale i Pedersen (2023), který udává ve své studii počet 0,94 případů otřesů mozku na 1000 herních situací u dospívající házenkářů. Zároveň dodává, že sportovkyně utrpěly dvojnásobek otřesů mozku ve srovnání se sportovci a že k otřesům mozku docházelo 9krát častěji během zápasů než během tréninku. Pinheiro a Fejio (2020) dodávají, že v házené nejčastěji ke zranění hlavy dochází pády, údery loktem do hlavy, nárazy trupu do hlavy a zásahy míče.

O značné komplikaci při analýze epidemiologických dat se ale zmiňují již Cantu (1996) a Prien et al. (2018), kteří uvádí, že data mohou být nepřesná právě kvůli neexistenci univerzálního systému ohledně definice a klasifikace otřesů mozku.

McKee et al. (2013) poukazují na fakt, že opakované otřesy mozku mohou mít dlouhodobé negativní účinky na mozkovou funkci, což zvyšuje důležitost prevence a správného řešení těchto zranění, jelikož v kontaktních sportech se jedná o velmi častou a zásadní situaci. Cooper et al. (2003) souhlasí a nabádají k zavedení přísnějších pravidel a protokolů pro ochranu a léčbu hráčů, včetně povinných vyšetření po nárazu, delších období odpočinku a lepších vzdělávacích programů pro hráče, trenéry a rodiče ohledně rizik a správného postupu při otřesech mozku. Dále by trenéři měli garantovat, že jejich svěřenci jsou řádně instruováni a aplikují správné herní techniky. Rozhodčí by měli dávat důraz na pravidla navržená k prevenci úrazů. V neposlední řadě doporučuje, aby sportovci dodržovali pravidelný kondiční režim, který by zahrnoval speciální zaměření se na posilování a zvyšování flexibility svalstva krční páteře. Tyto kroky mají za cíl snížit výskyt a závažnost otřesů mozku ve sportech, kde je riziko jejich vzniku zvláště vysoké.

4.3 Síla krku

Collins et al. (2014), Hrysomallis (2016), Farley et al. (2022) a Silverman et al. (2023) poukazují na přímou souvislost mezi silou krku a rizikem otřesu mozku. Collins et al. (2014) uvádí, že posílení svalů krku může snížit riziko otřesu mozku, tím, že zmenšuje míru zrychlení hlavy při nárazech. I malé zpomalení může mít významný dopad na snížení rizika otřesu mozku, proto by jejich trénink neměl být opomíjen.

Sportovci s utrpěným otřesem mozku měli dle Hrysomallis (2016) o 11–22 % nižší celkovou sílu krku než ti bez otřesu, což naznačuje, že síla krku může sloužit jako diagnostický nástroj pro hodnocení rizika zranění.

Kromě síly záleží dle Collins et al. (2014) také na délce, šířce a objemu krku, jelikož představují platné parametry pro předpověď zranění. Zvýšení maximálního dosaženého výkonu při testování síly svalů krku o 1 libru (0,454 kg) snižuje možnost vzniku otřesu mozku o 5 %.

Hráči s největším rizikem utrpění otřesu mozku měli podle Farley et al. (2022) naměřenou hodnotu síly extenze krku 41 kg nebo méně, pod kterou spadá 68 % hráčů, kteří utrpí otřes mozku během sezóny. Zvýšení síly krku nad tento práh by tedy mohlo snížit očekávanou míru otřesů mozku.

Otřesy mozku by se podle Chavarro-Nieto et al. (2021) neměly podceňovat, jelikož mají vážné dopady na krátkou až střední dobu trvání paměti a mohou mít vážné pozdější komplikace, včetně kognitivního poklesu a výskytu chronických traumatických encefalopatií.

Liston et al. (2023) ale namítají, že síla a vytrvalost svalů krku nemá na prevenci otřesů mozku skoro žádný vliv a vztah mezi nimi nebyl jasně prokázán. Stureson et al. (2024) tvrzení rovněž zpochybňují a říkají, že síla způsobující otřes mozku u hráče zasaženého do hlavy je tak vysoká, že zvýšení svalové síly získané cvičením má jen malý a možná zanedbatelný efekt.

Rozdíly v riziku otřesu mozku se liší také podle pohlaví a druhu sportu, jak uvádí Chavarro-Nieto et al. (2021) a Collins et al. (2014), přičemž Collins et al. (2014) uvádí, že chlapi mají větší riziko komoče spojené s nižším poměrem obvodu krku k hlavě a menší celkovou silou krku, zatímco u dívek byla menší celková síla krku spojena s otřesem mozku jen mírně. Ženy také trpěly otřesy mozku častěji než muži a vykazovaly odlišné symptomy s celkově horší prognózou. Tyto rozdíly naznačují potenciální potřebu zohlednění pohlavních rozdílů v prevenci otřesů mozku. Naproti tomu věk a pozice ve hře dle Liston et al. (2023) a věk a BMI dle Collins et al. (2014) nemají k míře rizika skoro žádný vliv. Farley et al. (2022) souhlasí s oběma tvrzeními.

Liston et al. (2023) také odhalili, že předchozí otřesy mozku výrazně zvyšují šanci na další otřes, což znamená, že historie otřesů mozku je významným faktorem rizika. Přesněji hráči, kteří prodělali předchozí otřes mozku, měli více než dvojnásobně vyšší šanci utrpět další otřes mozku a hráči s více než dvěma otřesy mozku v předchozích 12 měsících měli téměř desetkrát vyšší šanci na utrpení dalšího otřesu mozku.

Chavarro-Nieto et al. (2021) se přiklání ke stejnému názoru a uvádí, že hráči s traumatickým poraněním mozku měli o 60 % vyšší pravděpodobnost dalšího zranění ve dvou následujících sezónách, což bylo připisováno snížené neuromuskulární kontrole.

Farley et al. (2022) uznávají krční extenzory za skupinu svalů generující největší izometrickou sílu krku, což naznačuje, že tato síla může být zásadním obranným mechanismem proti síle nárazů. Identifikovali také sníženou sílu extenze krku jako rizikový faktor pro otřes mozku mezi kontaktními sportovci. Podporují to zjištěním, že s každým desetiprocentním zvýšením síly při extenzi krku dochází k 13% snížení míry otřesů mozku. Chavarro-Nieto et al. (2021) vyzdvihují extenzi krku oproti flexi jako dominantnější u kontaktních sportovců. Fuller et al. (2022) navíc potvrzují vztah mezi

symetrií svalů krku a snížením rizika určitých typů zranění, což posiluje význam komplexního tréninku síly krku, a poukazují tím na sníženou sílu krku a svalové dysbalace jako největší riziko zranění hlavy a krku.

Pro prevenci otřesů mozku je dle Chavarro-Nieto et al. (2021) posilování svalů krku a zvýšení jeho obvodu potenciálně ochrannou strategií. Posilování svalů krku a zvýšení jeho obvodu může chránit hlavu před akcelerací a snižovat rychlost dopadů. Aktivace svalů krku před nárazem může rovněž významně snížit rychlost a změnu akceleraci hlavy, i když není vždy možné předpovědět kolizi na hřišti. Silnější krky mají tendenci vykazovat nižší akceleraci hlavy při srážkách, což naznačuje snížené riziko otřesu mozku.

Collins et al. (2014) naznačují, že programy zaměřené na posilování krku mohou představovat efektivní preventivní opatření. Určení míry síly krku může vést nejen k vytvoření diagnostických nástrojů schopných rozpoznat sportovce s vyšším rizikem otřesu mozku, ale následně jim také nabídnout cílené preventivní programy v rámci posilování krku.

Například zařazení izometrických cviků na posílení krku do celkového kondičního plánu vedlo dle Hrysomallis (2016) k poklesu počtu zranění krční páteře při utkáních. Snížení počtu zranění v utkáních ale nelze jednoznačně přičítat nárůstu síly, jelikož ve výsledku mohly působit i jiné faktory jako zlepšená koaktivace svalů, zlepšená propiocepce nebo efektivnější stabilizace hlubokých flexorů krční páteře.

Sturesson et al. (2024) doporučují zaměřit se na cvičení krku, které by zlepšilo nejen sílu, ale i reakční dobu, a aktivování drobných svalů odpovědných za otáčení hlavy.

Silverman et al. (2023) uvedli, že amatérští sportovci mají pravděpodobně větší možnosti pro zvýšení síly krku ve srovnání s profesionálními sportovci. Přestože vícečetná logistická regrese neodhalila přímou souvislost mezi maximální izometrickou silou a rizikem otřesu mozku, historie předchozích otřesů mozku zůstává silným prediktorem dalších otřesů.

Také Hrysomallis (2016) uvádí, že sportovci s nízkou silou krku by měli mít individuální intenzivní programy posilování pro jejich vlastní bezpečí.

4.3.1 Druhy prevence

Prevence otřesů mozku ve sportu zůstává klíčovou výzvou pro výzkumníky, trenéry, rodiče a politiky, zejména v kontextu sportů s vysokým rizikem, jako jsou ragby, hokej a americký fotbal. Otřes mozku, který postihne více než deset procent mládežnických

sportovců během sezóny, představuje vážný zdravotní problém s možnými dlouhodobými následky, jako je syndrom po otřesu mozku, což může mít za příčinu snížení fyzické aktivity a riziko nadváhy či obezity. Redukce rizika otřesu mozku by proto měla zásadní vliv na kvalitu života. Prvotní prevence a její důkladné hodnocení jsou klíčové pro stanovení nejlepších postupů a politik v předcházení těchto zranění. (Emery et al., 2017) Prevence poranění hlavy různých autorů je zobrazeno v Tabulce 5.

Tabulka 5: Prevence poranění hlavy a krku různých autorů

Druh prevence	Příklad
Ochranné vybavení (Emery et al., 2017, McCrory et al., 2017, Benson et al., 2013, Waltzman a Sarmiento, 2019)	Ochranné helmy Chrániče zubů
Změna pravidel (Emery et al., 2017, McCrory et al., 2017, Benson et al., 2013, Waltzman a Sarmiento, 2019, Stuesson et al., 2024)	Pravidlo fair play Snížení tělesných střetů Věková omezení Zpřísnění pravidel Úprava střídání Velikost hřiště
Preventivní programy (Emery et al., 2017, McCrory et al., 2017, Benson et al., 2013, Waltzman a Sarmiento, 2019, Stuesson et al., 2024)	Pro trenéry Pro sportovce Pro rozhodčí
Trénink (Collins et al., 2014, Emery et al., 2017, McCrory et al., 2017, Benson et al., 2013, Waltzman a Sarmiento, 2019, Stuesson et al., 2024)	Síla krku Technika Vizuální vnímání

Zdroj: Vlastní na základě provedené rešerše

Ochranné helmy ve sportech, kde jsou povinnou výbavou sportovce, jako lední hokej nebo americký fotbal, hrají podle Emery et al. (2017) zásadní roli v snižování rizika otřesu mozku. Helmy byly do těchto sportů často uvedeny postupem času, právě kvůli velké četnosti poranění hlavy, a neustále technologicky vyvíjí dál, aby se frekvence úrazů co nejvíce omezila. Existují však detaily spojené s nošením helmy, které dokážou riziko značně ovlivnit. Některé důkazy podporují význam správného umístění helmy v mládežnickém americkém fotbalu, kde bylo zaznamenáno snížení závažnosti a doby trvání symptomů při správném nasazení helmy. Helmu na americký fotbal lze vidět v Obrázku 1.



Obrázek 1: Helma na americký fotbal

Zdroj: <https://magazine.columbia.edu/article/new-smart-helmet-could-spot-concussions-real-time>

Ochranné helmy ve sportech, kde se tradičně helmy nenosí, jako je fotbal a ragby, byly podle McCrory et al. (2017) potvrzeny jako účinné v prevenci komoce. Emery et al. (2017) souhlasí s účinností helem ve sportech, kde se tradičně nenosí, a uvádí závislost míry prevence na tloušťce a kvalitě polstrování helmy. Mluví o 40% snížení rizika otřesu mozku u helem s tlustším polstrováním v oblasti zygomy a mandibuly ve srovnání se standardními helmami. Benson et al. (2013) s účinností helem souhlasí také, ale uvádí, že míra ochrany u těchto ochranných helem není nijak závislá na jejich tloušťce. Takovouto helmu lze vidět v Obrázku 2.



Obrázek 2: Helma na ragby

Zdroj: <https://www.forbes.com/sites/jamesayles/2020/01/18/how-the-scrum-cap-became-the-latest-tool-to-help-limit-concussions/?sh=4d0bb77a732a>

Stejně tak by chrániče zubů mohly představovat důležitý prvek ochrany. Efektivita používání chrániče zubů ve srovnání s jeho nepoužíváním byla posuzována podle Emery et al. (2017) ve studiích zaměřených na basketbal, hokej a ragby, přičemž výsledky většiny studií naznačovaly ochranný efekt chrániče zubů proti riziku otřesu mozku napříč těmito sporty, ale statisticky významné tyto výsledky nebyly. Bylo pouze zaznamenáno snížené riziko otřesu mozku u středoškoláků používajících chrániče zubů vytvářených speciálně na míru. Waltzman a Sarmiento (2019) naopak chrániče zubů v ochraně před poraněním hlavy nepovažují za důležité a významné. Chranič na zuby můžeme vidět na Obrázku 3.



Obrázek 3: Chránič zubů

Zdroj: <https://www.mirror.co.uk/sport/rugby-league/how-mouthguard-technology-aims-minimise-25322781>

Benson et al. (2013) přiznávají, že změny pravidel jsou možnou strategií v prevenci otřesů mozku. Uvádí, že zavedení pravidla fair play do mládežnických hokejových turnajů, které přidávají body týmu za udržení se pod předem stanoveným limitem trestných minut na hru, snížil výskyt otřesů mozku, řezných ran na obličeji, a i ostatních zranění. S tím ale nesouhlasí McCrory et al. (2017) a Emery et al. (2017), kteří zastávají tvrzení, že toto pravidlo nevedlo ke snížení výskytu těchto zranění.

Například McCrory et al. (2017) upřednostňují zakázání tělesných střetů v mládežnickém ledním hokeji, jelikož ukázalo snížení výskytu poranění hlavy. S tímto však nesouhlasí Waltzman a Sarmiento (2019), kteří určují zákaz tělesných střetů za nevýznamný v roli prevence zranění hlavy.

Emery et al. (2017) se zabývali účinkem zákazu tělesných střetů v ledním hokeji a odhalili efektivitu 67% snížení rizika otřesu mozku v ligách uplatňujících toto pravidlo. V NHL bylo pozorováno snížení rizika otřesu mozku o 36 % po změně pravidla zpřísnujícího tresty za kontakt s hlavou.

Waltzman a Sarmiento (2019) popisují, jak u fotbalu bylo hlavičkování spojeno s největším procentem otřesů mozku. Nicméně studie prokázaly, že největší riziko pro otřes mozku představuje vzdušný souboj s jiným sportovcem. Slabší síla krku a variace vlastností míče, jako je hmotnost a tlak míče, mohou mít také vliv na míru otřesů mozku souvisejících s hlavičkováním. Proto by byla vhodná věková omezení v hlavičkování

snižující výskyt otřesu mozku. Emery et al. (2017) zase poukazují na přísnější zpřísnění pravidel pro červené karty ve fotbale za vysoké lokty v hlavičkových soubojích, což ukázalo na 19% snížení rizika otřesu mozku. Také McCrory et al. (2017) prosazují přísnější uplatňování pravidel červených karet pro vysoké lokty v soubojích hlavou v profesionálním fotbale, jelikož jsou důkazy, které podporují snížené riziko kontaktu hlavy a otřesu mozku s takovým uplatňováním. Také popisují, jak omezení kontaktu na tréninku mládežnického fotbalu ukázalo některé slibné výsledky ve snižování frekvence kontaktů hlavy.

Dále například omezení počtu tréninků s tělesným kontaktem na maximálně dva týdně ve středoškolském americkém fotbale vedlo ke snížení počtu kontaktů hlavy o 53 % na tréninku, a tudíž i ke snížení počtu jejich zranění.

Se snížením nebo odstraněním kontaktu v trénincích mezi hráči jako vhodným prostředkem k prevenci zranění souhlasí také Waltzman a Sarmiento (2019).

Například v házené je dle Sturesson et al. (2024) potřeba zpřísnit pravidla pro udělení červených karet v situacích, kdy hráč vystřelí na brankáře do hlavy s vysokou silou. Takové situace by měly být pečlivě sledovány zejména u mládežnických hráčů, kteří jsou na komoce možná citlivější než dospělí.

Benson et al. (2013) také popisují zavedení pravidla neomezeného střídání hráčů v ragby. Zjistili, že aplikováním tohoto pravidla se dosáhne 30% snížení rizika zranění během utkání oproti běžnému omezenému střídání.

Emery et al. (2017) také uvádí, že rozměry hřiště mohou hrát v prevenci roli, jelikož na elitní úrovni ledního hokeje byly zjištěny důkazy podporující nižší výskyt kontaktů hlavy v utkáních hraných na velké mezinárodní ledové ploše ve srovnání s menším severoamerickým stylem hřiště.

O účinnosti vzdělávacích programů, jako je například kampaň HEADS UP, se zmiňují Waltzman a Sarmiento (2019) a přikládají jim důležitou roli v rozšiřování povědomí o otřesech mozku a správné reakci na ně. Jako jeden z dalších účinných vzdělávacích programů uvádí Benson et al. (2013) program Rugby Smart. Ten měl během prvních dvou let od svého zavedení snížit závažnost zranění hlavy o 10,7 %, což dokládá jeho přínos v prevenci a postupech při poranění hlavy. Benson et al. (2013) vyzdvihují efektivitu Vzdělávacího programu ledního hokeje zaměřeného na snížení násilí v mládežnickém hokeji na podporu sportovního ducha a rozvoj dovedností. Ten ukázal 30% pokles potenciálně nebezpečných přestupků, jako jsou zákroky zezadu a údery do hlavy. Po

prvních čtyřech letech od svého zavedení, a tím snížil i celkový počet zranění v oblasti hlavy.

McCrary et al. (2017) udávají vzdělávání sportovců, trenérů a veřejnosti jako nezbytný základ pokroku v této oblasti. Sportovci, rozhodčí, administrátoři, rodiče, trenéři a poskytovatelé zdravotní péče musí být vzděláni v detekci otřesů mozku, jejích klinických příznacích, hodnocení závažnosti a principech bezpečného návratu do hry.

Sturesson et al. (2024) doporučují strategie zaměřené na trenéry a rozhodčí prostřednictvím vzdělávacích programů, zatímco hráči by měli být informováni během běžných tréninků házené prostřednictvím trenérů. Autoři poukazují na účinnost edukačních programů v různých sportech ve smyslu zvýšení povědomí a porozumění celému procesu otřesů mozku. Vzdělávací program by podle nich měl obsahovat informace ohledně pravidel a tréninku bezpečné hry, aby bylo vytvořeno bezpečné herní prostředí, jež by mohlo snížit počet otřesů mozku nebo nárazů na hlavu. Také trenéři by měli v utkáních přijmout rozhodnutí o výměně hráčů po dopadu na hlavu, nikoli ponechávat tuto volbu na hráčích. McCrary et al. (2017) navrhují vzdělat sportovce o důležitosti poranění mozku způsobeného otřesem a také možnost zvážit úpravu herního chování, pokud je to z bezpečnostních důvodů nutné. Rovněž šíření poselství jako je férová hra a respekt k soupeřům jsou etické hodnoty, které by měly být podporovány ve všech sportech a sportovních asociacích. Jednotliví trenéři, rodiče, manažeři ale i samotné unie a sportovní federace hrají důležitou roli v zajišťování těchto hodnot na hřišti. Jejich zavedení a udržování pak může mít na prevenci zranění hlavy kladný dopad.

Síla krku se ukázala jako signifikantní faktor v prevenci otřesů mozku, přičemž Collins et al. (2014) upřesňují, že silnější krk snižuje akceleraci hlavy, prudkou změnu rychlosti a posunutí po nárazu, což může následně snížit riziko otřesu mozku spojeného se sportem. Benson et al. (2013) uvádí, že slabá svalovina krku je rizikovým faktorem pro otřes mozku. Zvýšení síly svalů krční páteře by mělo snížit lineární a rotační kinematiku hlavy během dopadu a následné zatížení mozku. Proto posilování krku dle Collins et al. (2014) vykazuje velký potenciál jako primární prevence otřesů mozku. Vzhledem k narůstajícím obavám o otřesy mozku spojené se sportem je zásadní vyvíjet metody primární prevence otřesů mozku, které jsou široce přístupné a plně v moci sportovce. Síla krku by tak mohla vést k vývoji diagnostických nástrojů pro identifikaci sportovců s vyšším rizikem otřesu mozku.

Emery et al. (2017), Sturesson et al. (2024) a McCrory et al. (2017) popisují studii, ve které došlo ke snížení rizika otřesu mozku o 85 % v americkém univerzitním fotbale za pomoci tréninku zraku a funkce mozku před sezónou. Tento způsob tréninku uvádí jako možnost prevence před komocí, který by měl být nadále důkladně prozkoumán, aby se opravdu potvrdila jeho efektivita.

Kromě toho Sturesson et al. (2024) i Waltzman a Sarmiento (2019) označují za důležité rozvíjet techniky používané v jednotlivých sportech pro bezpečí samotných hráčů. V kontaktních sportech by to pak měla být také ve velké míře výuka a trénink kontaktních dovedností, které by měly být začleněny do běžného tréninkového procesu.

4.3.2 Mládež a síla krku

Síla krku u sportovců se liší v závislosti na věku, herní úrovni a druhu sportu, kterému se věnují. Rozdíly v síle krku mají důležitý dopad na prevenci otřesů mozku, jelikož síla krku byla identifikována jako ochranný faktor snižující riziko otřesů mozku ve školních sportech, což zdůrazňuje důležitost jejich posílení i v mladém věku, a vytvoření vhodných tréninkových programů pro určité věkové a sportovní kategorie. Například fotbalisté získávají během stárnutí silnější krky ve srovnání se sportovci z jiných disciplín, což může naznačovat, že opakované zatěžování a cvičení, ke kterému dochází při hlavičkování, může vést ke zvýšení síly krku. Ragbisté díky kontaktnější povaze sportu silnější svalstvo krku než fotbalisté a muži mají silnější svaly krku než ženy stejného věku. Proto se u tvorby tréninkového plánu musí dbát specifika věku, pohlaví a druhu sportovních aktivit. Dlouhodobé účinky otřesu mozku nejen v mladém věku prokázaly možné mentální dopady na sportovce. Prevence otřesů mozku tak získala pozornost mezi sportovci především ve formě zavedení ochranných prvků, jako jsou helmy v americkém fotbale a ledním hokeji nebo chrániče zubů v basketbalu a ragby. (Augspurger, 2023) Prevence zranění hlavy a krku hráčů mládežnických kategorií je blíže specifikována v Tabulce 6.

Tabulka 6: Prevence zranění hlavy a krku hráčů mládežnických kategorií v různých sportech

Sport	Způsob prevence
Fotbal (Wahlquist et al., 2024, Augspurger, 2023, Al Attar et al., 2023)	Silový trénink Tréninkový program Program rozcvičení
Ragby (Hamilton et al., 2012)	Silový trénink
Lední hokej	Změna pravidel

(Mihalik et al., 2011)	Trénink techniky
Házená (Sturesson et al., 2024)	Preventivní strategie Silový trénink Technika

Zdroj: Vlastní na základě provedené rešerše

Wahlquist et al. (2024) popisují program silového tréninku pro mladé fotbalisty, ve kterém byl posílením krčních svalů zaznamenán pokles maximální lineární akcelerace hlavy při hlavičkování. Vztah mezi hmotností hlavy, obvodem krku, silou krčních svalů a akcelerací hlavy úzce souvisí s rizikem komoce, a trénink krku u fotbalové mládeže by tak neměl být přehlížen. Především ve věkovém rozmezí 11 až 13 let, kde je hlavičkování v tréninku omezené, tak doporučují pravidelné posilování krku a trupu dvakrát týdně, což vede k dlouhodobému zlepšení jejich síly. Také naznačují, že s věkem a úrovní soutěže se očekává nárůst frekvence hlaviček, což souvisí s fyzickým a mentálním rozvojem hráčů, umožňujícím jim efektivněji zvládat výzvy ve vzduchu a cílené hlavičkování.

Augspurger (2023) uvádí ženský mládežnický fotbal jako sport s výjimečně vysokým rizikem otřesů mozku, přičemž riziko poranění hlavy a otřesu mozku je u těchto sportovkyň srovnatelné s rizikem poranění hlavy a otřesu prostřednictvím kontaktu hlavy s míčem, ale spíše akcelerací a decelerací hlavy během pokusu o hlavičku. Stálé zapojení fotbalistů do častého hlavičkování vyvolává obavy o celkové zdraví jejich mozku.

Hamilton et al. (2012) zaznamenali vyšší výskyt závažných zranění s rostoucím věkem hráčů ragby. Příčina je dávana větší fyzické výkonnosti sportovců, a tudíž i výskytu větších působících sil v kontaktu. Věk a pozice hráče tak souvisejí s rizikem zranění hlavy a krku.

Kontaktní fáze hry, jako jsou skládky a rucky, jsou zodpovědné za většinu vážných zranění krku, což zdůrazňuje význam budování dostatečné síly svalstva k ochraně této oblasti už od mladého věku. Zvýšení síly krku sníží nebezpečné posuny hlavy při kontaktu s hráči a při dopadu hlavy hráče na hrací plochu. Základem u mladých hráčů je však správné provedení techniky, kdy chrání nejen sebe ale i ostatní hráče.

Výrazné zlepšení síly extenzorů krku a snížení počtu zranění hlavy u mladých ragbistů, kteří se cíleně zaměřují na trénink svalů krku tak podtrhuje efektivitu tohoto tréninku. Tyto nálezy poukazují na přínos cíleného tréninku krku v rámci sportovní přípravy a potvrzují hypotézu, že silnější krční svalstvo může přispívat k nižšímu riziku zranění hlavy a krku.

Wahlquist et al. (2024) popisují program Get aHEAD Safely, který uplatňuje používání lehkých fotbalových míčů při tréninku hlaviček, při němž bylo zaznamenáno zlepšení techniky a sebedůvěry hráčů v průběhu sezóny. Využití lehkých míčů pro zdokonalení techniky hlavičkování, zejména u věkové skupiny 11 až 13 let, kdy se hráči stále učí tuto dovednost, a omezení tréninků hlaviček s lehkými míči na maximum jednoho tréninku týdně, aby bylo možné se více zaměřit i na další aspekty hry. Zjištění ukazují, že zahrnutí lehkých fotbalových míčů do tréninku může být efektivní strategií pro zlepšení síly krku a trupu, a potenciálně i techniky hlavičkování. Díky tomu pak dochází k méně zraněním při hlavičkování a program tak působí vhodně jako prevence otřesů mozku. Program přinesl zlepšení v síle krku a trupu, což trenérům mládeže umožňuje snadné zařazení cvičení zaměřených na posílení těchto oblastí do svých tréninkových plánů spolu s jinými fotbalovými aktivitami.

Al Attar et al. (2023) představují program rozcvičení FIFA 11+ Kids sloužící k prevenci zranění, který je určen speciálně pro děti ve věku 7 až 13 let hrající fotbal. Je inspirovaný původním programem FIFA 11+ pro dospělé, odlišuje se však svým zaměřením na zlepšení rovnováhy, koordinace a posílení svalstva horních a dolních končetin a celkové zpevnění těla. Zahrnuje rovněž cvičení, která učí děti bezpečně padat a pohybovat se při kontaktu se zemí i s protihráči za účelem ochrany hlavy, krku a horních končetin. Program obsahuje sedm cvičení, každé v pěti stupních obtížnosti, a doporučuje se je provádět jako rozcvičení před tréninky. Cvičení jsou přizpůsobena věku a motorickým dovednostem jednotlivých dětí a celý program trvá 15 až 20 minut. Díky programu byl u hráčů zaznamenán 57% pokles všech zranění, výrazné snížení nejčastějších zranění a poklesla míra zranění z kontaktu.

Mihalik et al. (2011) nesouhlasí s rozšířeným názorem, že síla krčního svalstva hraje klíčovou roli v mírnění závažnosti nárazů na hlavu. Základní myšlenka posilování krčního svalstva jako prevence traumatického poranění mozku spočívá na předpokladu, že sportovec dokáže lépe kontrolovat pohyb hlavy aktivací krčního svalstva. Při očekávaných tělesných kontaktech jsou svaly a tělo zpevněny, a nárazy na hlavu jsou tak méně závažné, než když je náraz neočekávaný a krční svalstvo není na srážku připravené. Nelegální kontakty s hlavou vyvolávají větší akceleraci hlavy než legální tělesné střety. Proto existují pravidla nulové tolerance vůči kontaktu s hlavou v juniorském hokeji jako jeden z kroků v prevenci otřesů mozku. Povolení kontaktu hráčů již od 9 let věku tvoří vysoké dlouhodobé riziko pro zdraví hráčů. S klesajícím věkem hráčů byla zaznamenána

větší závažnost a delší doba zotavení z otřesů mozku. Aplikováním změny pravidel, změny tréninkových technik, zlepšením kondiční přípravy, zlepšením vybavení a zvýšením lékařského dohledu především u dětských sportovců by se tak dalo zamezit vysokému riziku otřesů mozku a trvalých následků.

Sturesson et al. (2024) navrhuje pro házenou několik zásadních preventivních opatření. Pro bránění je důležité začlenit do tréninku preventivní strategie, které chrání útočící hráče v rámci férového sportovního chování. Načasování a omezení kontaktů vedoucích k rotaci těla nebo ztrátě kontroly těla útočnicka jsou zásadní a působí jako základní principy bezpečné obranné hry. Taktika zachycení hráče padajícího po kontaktu s protihráčem a její trénink je běžný ve vrcholové házené, a měly by tak být zavedeny již v mládežnických kategoriích. Tím by mělo být sníženo riziko nárazu hlavy o zem během hry, a tudíž i celkový výskyt poranění hlavy.

Zdokonalení přesnosti střelby by mělo být do tréninku zařazováno více než doposud, čímž by se mohlo dosáhnout snížení rizika střel mířených do hlavy brankářů. Vylepšení technik padání po nebo při střelbě, by mělo být rovněž náplní tréninku už od útlého věku, jelikož správná pádová průprava může výrazně snížit frekvenci sportovních otřesů mozku.

Posilování svalstva krku a celkové zpevnění těla pak může přinést výhody všem hráčům bez ohledu na jejich pozici na hřišti či věkovou kategorii, jelikož bylo prokázáno, že silnější svalstvo krku dokáže zmírnit výskyt poranění hlavy a otřesů mozku.

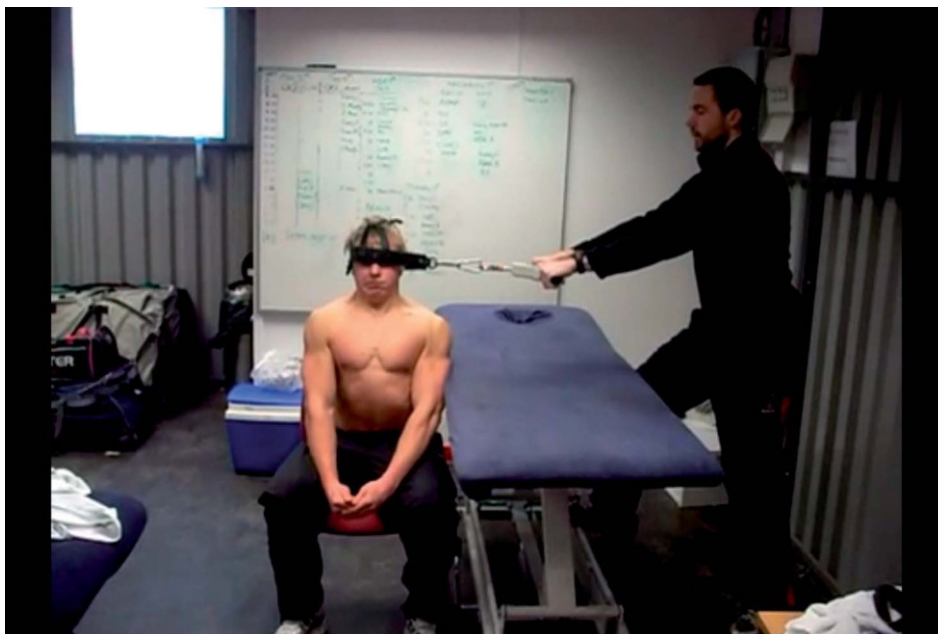
4.4 Metody posilování

Posilování krku je nepostradatelnou součástí fyzického kondičního programu v kontaktních sportech, jak popisují Chavarro-Nieto et al. (2021), a to zejména pro sporty, kde dochází k častým kolizím a kontaktu. Tento proces vyžaduje komplexní přístup zahrnující široké spektrum cvičebních metod a technik, které jsou zaměřené na zvýšení síly, flexibility a odolnosti krčních svalů.

Izometrická cvičení jsou dle Geary et al. (2014) a Naish et al. (2013) jednou z nejúčinnějších metod posilování krku, jelikož poskytují možnost zacílit specifické svalové skupiny bez nutnosti extenzivního pohybu, čímž se minimalizuje riziko zranění. Tyto cviky, kdy jedinec aplikuje sílu proti pevnému objektu bez viditelného pohybu, jsou tak vhodné pro rozvoj svalové síly v oblasti krku.

Během pětítýdenního období testovali Geary et al. (2014) izometrický program posilování krku, který se prováděl dvakrát týdně. Účastníci výzkumu byli vybaveni speciálně

navrženým hlavovým postrojem, na který trenér aplikoval manuální tah. Účastníci byli instruováni ležet na zádech na standardní posilovací lavici s nohama pevně na zemi, bez podpory hlavy a krku, udržujícíce neutrální polohu krční páteře po dobu 10 sekund proti manuálnímu odporu trenéra. Tři série desetisekundových opakování byly provedeny ve všech rovinách pohybu hlavy. Jak cvičení probíhá lze vidět v Obrázku 4.



Obrázek 4: Izometrické cvičení s postrojem

Zdroj: Geary et al. (2014)

Naish et al. (2013) zvolili šest izometrických cviků na posilování krčních svalů s použitím kabelového systému a hlavového postroje se zaměřením na různé svalové skupiny a pohybové směry krku. Tyto cviky využívají všech rovin pohybu hlavy ve stoje i předklonu a vyžadují, aby účastníci aplikovali odpor v specifických směrech po dobu pěti sekund. Důraz je kladen na udržení neutrální polohy krční páteře, což vyžaduje precizní provedení a stabilitu.

Další populární a účinnou metodou je trénink s použitím elastických odporových gum, který umožňuje variabilitu v intenzitě a rozsahu pohybu, přizpůsobitelnou individuálním potřebám a schopnostem. Maconi et al. (2016) uvádí, jak cvičení s odporovými gumami nejenže posiluje svaly, ale také podporuje zlepšení posturální stability a flexibility. Trénink s elastickými gumami preferují z důvodu nabídnutí variabilního odporu. Cvičení byla zaměřena na flexi, extenzi, laterální flexi, a rotaci hlavy doprava a doleva. Tato cvičení se obvykle prováděla dvakrát až třikrát týdně ve třech sériích s počtem osmi

opakování v každé sérii. Délka trvání programu byla dvanáct týdnů. Jak cvičení vypadá lze vidět v Obrázku 5.



Obrázek 5: Cvičení s odporovými gumami

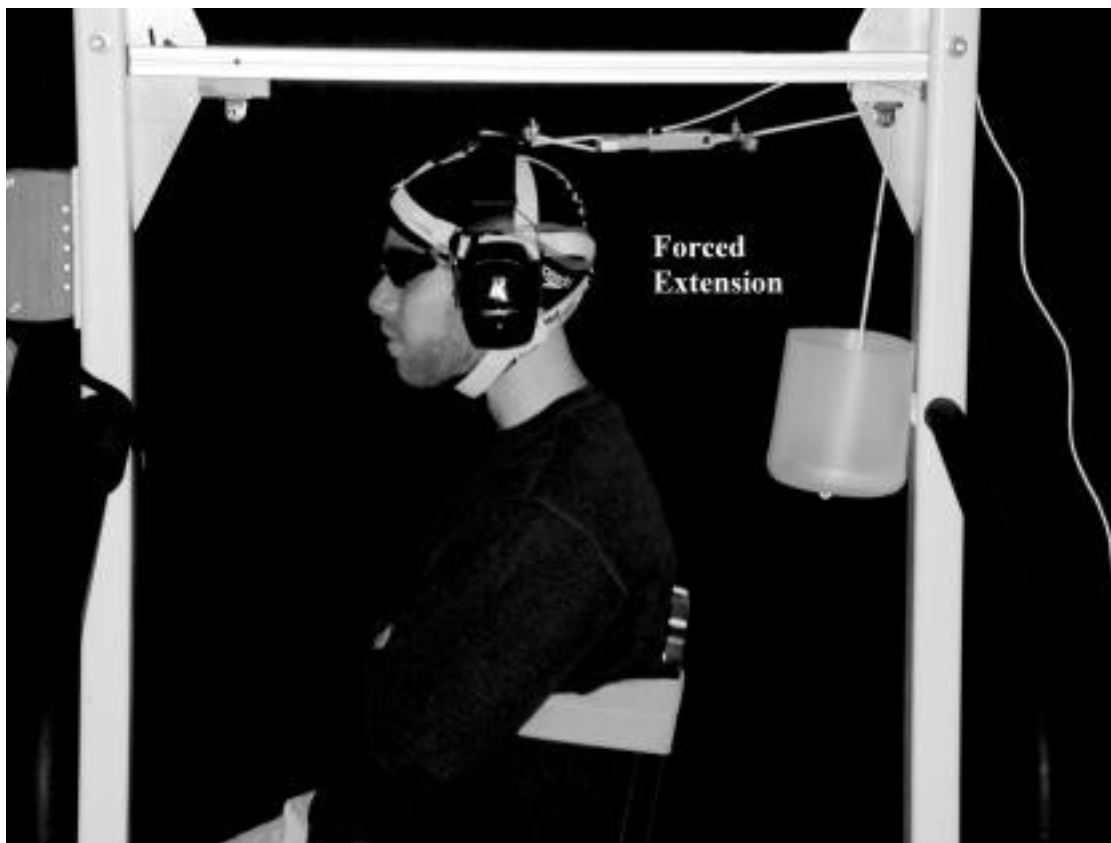
Zdroj: <https://www.gymreapers.com/blogs/news/neck-exercises-with-bands>

Pro zvýšení svalové síly a odolnosti krku, doporučují Conley et al. (1997) a Mansell et al. (2005) cvičení s přídatnými zátěžemi, která cílí na komplexní posílení svalů krku v kombinaci s rameny a horní částí těla. Conley et al. (1997) pro extenzi hlavy určili především použití šesti krčních svalů nebo svalových párů, přičemž tři svaly byly identifikovány jako primárně zodpovědné za tento pohyb. Trénink síly krku, s cílem zvýšení velikosti a síly svalů krku, ve svém výzkumu autoři aplikovali čtyřikrát týdně během dvanáctitýdenního programu, který využíval tréninkový plán obsahující tři pracovní série s deseti opakováními na sérii a zátěží 60–90 % z jednoho opakovacího maxima. Cvičení extenze krku vleže s váhou zavěšenou na hlavě pomocí postroje na hlavu zahrnovalo dvě rozvíčovací série a tři pracovní série po deseti opakováních, přičemž pokud účastníci byli schopni ve třetí sérii provést více než deset opakování, byla pro další trénink zátěž zvýšena. Mezi sériemi tohoto cvičení byla jednodominutová pauza.

Mansell et al. (2005) aplikovali osmitýdenní program silového tréninku krčních svalů s cvičením dvakrát týdně. Jedinci posilovali na izotonickém stroji jak flexi, tak extenzi krku s přidaným odporem.

Počáteční intenzita zatížení byla stanovena na padesát pět procent z desetiopakovacího maxima. Váha byla každé dva týdny zvyšována o 5 % z maximálního desetiopakovacího

výkonu až na intenzitu zatížení 70 %. Program odporového tréninku se skládal ze 3 sérií s 10 opakováními v celém rozsahu pohybu ve flexi krku, následovaných 3 sériemi s 10 opakováními v celém rozsahu pohybu v extenzi krku. Mezi sériemi byla 90 sekund pauza. Používaný izotonický stroj je vidět na Obrázku 6.



Obrázek 6: Izotonický stroj na posilování svalů krku

Zdroj: Mansell et al. (2005)

Li et al. (2019) popisují jak praktikování správného držení těla a integrace specifických cvičení do každodenní rutiny může mít významný dopad na snížení napětí a bolesti krční páteře. Rovněž regulérní strečink a cvičení zaměřená na zlepšení flexibility jsou klíčové pro udržení zdravé mobility krční páteře, prevenci svalových dysbalancí a zranění. Cvičení jako jóga a pilates jsou dalšími doporučovanými aktivitami, jelikož podporují celkovou tělesnou uvědomělost, sílu a flexibilitu. Mají pozitivní dopad na krční páteř a okolní svalové struktury, snižují intenzitu bolesti krku, zvyšují rozsah pohybu v krční páteři, a celkově tak zlepšují kvalitu života a mají pozitivní vliv na náladu účastníků. Přehled metod posilování svalů krku je zobrazen v Tabulce 7.

Tabulka 7: Přehled metod posilování svalů krku

Metoda	Prostředky	Efekt	Parametry zatížení	Sport
Izometrická (Geary et al., 2014)	Druhá osoba a hlavový postroj	Nárůst síly	2x týdně, 3x 10 s.	Ragby
Izometrická (Naish et al., 2013)	Kabelový systém	Zlepšená koaktivace svalů	2x týdně, 3x 8-12 opakování	Ragby
Izotonická (Maconi et al., 2016)	Odporové gumy a protahování	Nárůst síly a flexibility	3x týdně, 35 minut	Ragby
Izotonická (Conley et al., 1997)	Hlavový postroj s přidanou zátěží	Hypertrofie a nárůst síly	4x týdně, 60-90% OM, 3x 10 opakování	Vysokoškolští sportovci
Izotonická (Mansell et al., 2005)	Izotonický posilovací stroj	Nárůst síly a hypertrofie	2x týdně, 55-70% OM, 3x 10 opakování	Fotbal
Strečink (Li et al., 2019)	Protahování	Rozvoj flexibility	Denně	Jóga

Zdroj: Vlastní na základě provedené rešerše

4.4.1 Účinnost jednotlivých metod

Výzkumy zaměřené na posílení krční páteře a snížení rizika zranění v kontaktních sportech nabízejí různé posilovací metody a jejich potenciální přínos, jako nárůst síly, zvětšení rozsahu pohybu, prevence zranění či zlepšení celkového výkonu. Studie zabývající se rozvojem svalů krku ukazují, že přístupy k tréninku svalů krku se liší především v metodách, intenzitě zatížení a stanovených cílech. Využívání těchto metod může vést k lepšímu celkovému výkonu, prevenci zranění a zlepšení kvality života pro sportovce i nespportovce. (Chavarro-Nieto et al., 2021)

Izometrické posilování, jak ho popisují Naish et al. (2013), poskytuje základ pro rozvoj síly krku bez pohybu, za sníženého rizika zranění. V rámci 13týdenního tréninkového programu zaměřeného na izometrické posilování krku zkoumal celkem 27 hráčů ragby. Výsledkem studie bylo zaznamenání statisticky významného snížení počtu zranění během utkání v průběhu sezony, avšak nebylo u této skupiny zjištěno žádné větší zvýšení izometrické síly krku. I přes nenárůst izometrické síly může izometrický trénink vést k

neurologickým adaptacím, jako je například zlepšená koaktivace svalů nebo zvýšená stabilizace hlubokých flexorů krční páteře.

Oproti tomu Geary et al. (2014) zaznamenali ve své studii nárůst izometrické síly při aplikaci izometrického programu pro posilování krku dvakrát týdně. Nárůst izometrické síly krku po pětítýdenním programu byl naměřen ve všech testovaných rovinách u všech 15 testovaných hráčů ragby. Autor studie uvádí, že by výsledek mohl mít význam pro prevenci zranění, diagnostické postupy a rehabilitační praxe.

Conley et al. (1997) ukazují na hypertrofii svalů jako přímý výsledek tréninku se závažím, kde značný nárůst objemu specifických svalů poukazuje na efektivitu cvičení se závažím v rozvoji svalové síly a hmoty. Tyto výsledky naznačují, že trénink se závažím může být klíčem k posílení krčních svalů a následné ochraně krční páteře. V této studii u 22 vysokoškolských studentů, kteří absolvovali trénink třikrát týdně po dobu 12 týdnů, dosáhla hypertrofie u konkrétních svalů krku (*splenius capitis*, *semispinalis capitis*, *semispinalis cervicis* a *multifidus*) nárůstu až 25 %. Vyvolání hypertrofie přičítají autoři právě aplikovanému tréninkovému programu a upozorňují na důležitost funkce extenzorů a flexorů hlavy a nutnost jejich cílené stimulace pro jejich kvalitní rozvoj.

Mansell et al. (2005) sdílí podobný přístup k posilování krčních svalů prostřednictvím specifických tréninkových programů, které využívají flexe a extenze krku, pro zvýšení síly a mobility krku. Ve své studii hodnotí dopad osmítýdenního tréninkového programu na schopnost nárůstu síly a stabilizace krku u 36 hráčů vysokoškolského fotbalu. U účastníků této studie došlo k 15% nárůstu izometrické síly flexorů krku a u ženských účastníků byl zaznamenán 22,5% nárůst izometrické síly extenzorů krku. Také obvod krku se u žen zvýšil o 3,4 %. Tento výsledek byl odůvodňován faktem, že ženy účastníci se této studie měly kratší a slabší krk než muži před začátkem testování. Výsledek také naznačuje, že i když trénink se závažím může zvýšit svalovou sílu, nemusí nutně zlepšovat funkční schopnosti nebo stabilizaci.

Jako potenciální strategii pro snížení pocitu bolesti svalů a frekvence zranění krku za pomoci posilování a zvyšování pohyblivosti krčního svalstva aplikovali Maconi et al. (2016) dvanáctitýdenní tréninkový program zaměřený na posílení a zlepšení mobility svalů krku. Studie byla prováděna u hráčů ragby, kteří třikrát týdně po dobu 35 minut používali k posílení krčních svalů odporové gumy a protahovací cviky. Již po čtyřech týdnech byla zaznamenána nižší míra bolestivosti krčních svalů a po dokončeném tréninkovém programu byly naměřeny zvýšené hodnoty u rozsahu pohybu krku,

maximální síly a aktivity svalů krku. Zařazení cíleného posilování krku do standardního tréninkového plánu pro kontaktní sportovce tedy autoři studie vřele doporučují.

Li et al. (2019) přináší do diskuse jógu jako metodu rozvoje síly a flexibility krčních svalů, přičemž zdůrazňují její přínosy ve zlepšení intenzity bolesti krku, funkčního omezení a rozsahu pohybu. To představuje alternativní přístup k rozvoji svalové síly a funkčnosti, který může doplňovat tradiční metody posilování.

4.4.2 Význam individualizace

Hrysmallis (2016) přidává na váze významu individualizace tréninkových programů pro posilování krčních svalů sportovců, přičemž důraz je kladen na rozdílné potřeby v rámci dílčích sportovních disciplín, pozic v jednotlivých sportech a věkových kategoriích. Například v ragby a americkém fotbalu se čelí opakovanému kontaktu s protivníkem nebo hlavičkování míče, ve fotbale zase hlavičkování míče způsobujícímu impulsivní zatížení hlavy, při kterém se u svalů krku spoléhá na dynamické zrychlení a kontrolu hlavy.

Autor studie se tak zaměřuje především na odlišné hodnoty síly krku mezi sportovci z různých sportů jako právě ragby, fotbal a americký fotbal. Poukazuje na to, že významné rozdíly v síle krku jsou ovlivněny několika faktory, včetně zamýšleného směru pohybu hlavy, počáteční pozice hlavy, typu svalové akce, průřezové plochy krku a dalších.

Faktory jako vyšší tělesná hmotnost, rozsáhlejší obvod krku a delší krk určili Chavarro-Nieto et al. (2021) jako související s vyšší silou krku u hráčů ragby na pozicích první řady v porovnání s hráči v útoku. U sportovců byla zvýšená tělesná hmotnost spojena s širším obvodem, a tudíž i větší silou krku.

Hrysmallis (2016) vysvětluje tento jev specifickými požadavky jejich role na hřišti a specifickou fyzickou přípravou, která zahrnuje cílená cvičení zaměřená na posilování krčních svalů, právě kvůli fyzickým nárokům dané pozice. Poukazuje rovněž na podobný trend také mezi vysokoškolskými hráči amerického fotbalu, kde hráči na pozici linebacker vykazují vyšší sílu krku než jejich spoluhráči na ostatních pozicích.

Také Geary et al. (2014) potvrzují, že hráči ragby na pozicích první řady mají nejvyšší hodnoty izometrické síly ve všech čtyřech měřených směrech oproti ostatním pozicím v týmu. Naish et al. (2013) na to reagují návrhem zavést u hráčů na pozici první řady specifické posilovací cviky v předklonu, aby se napodobila co nejpřesněji pozice hráče v mlýnu. Hrysmallis (2016) proto hodnotí jako důležité, že by se příprava a prevence měla provádět i v co nejspecifičtějších pozicích a podmínkách pro daný sport, pozici i jedince.

Hrysomallis (2016) také ukazuje na další faktory důležité pro tvorbu jednotlivých plánů, které souvisí se silou krčních svalů, jako je věk či pohlaví sportovce. Dospělí sportovci mají obvykle silnější krční svaly než mladší sportovci, a muži mívají rovněž silnější a širší krk než ženy, což podtrhuje důležitost adaptace tréninkových programů na individuální potřeby sportovce v závislosti na okolnostech.

Naish et al. (2013) připomínají také modifikaci pro ty účastníky, u nichž byla během počátečních testů síly detekována asymetrie. Hráčům, u kterých byla zjištěna nerovnováha v síle, přiřazují dodatečné série pro každý cvik, cílené na směr pohybu s nižší úrovní síly. Přestože Hrysomallis (2016) prokázal, že větší průřezová plocha svalu přispívá k větší síle svalu, nezapomíná na důležitost svalové aktivity a techniky cvičení. Zdůrazňuje potřebu individualizovaných tréninkových programů, které nejenže zvyšují sílu krku, ale také zlepšují koordinaci a efektivitu svalového nasazení a techniku prováděných pohybů. Dále také dodává, že nejen maximální síla krku musí být jediným nebo nejdůležitějším parametrem pro sportovní výkon nebo prevenci zranění, ale také svalová vytrvalost může hrát roli u dlouhodobé submaximální aktivity.

Hrysomallis (2016) potvrzuje souvislost mezi silou krku a snížením rizika zranění. Uvádí, jak jsou izometrický trénink síly krku nebo izometrická síla přímo spojeny s rizikem zranění. Zavedení programu posilování krku u ragbyového týmu bylo identifikováno jako faktor snižující počet zranění krční páteře, avšak ne závažnost daných zranění. To podporuje argument, že cílený trénink krčních svalů by měl být zásadní součástí přípravy sportovců, zejména v kontaktních sportech.

Aktuálně neexistuje shoda ohledně cílových hodnot síly, které by byly považovány za dostatečné pro minimalizaci rizika zranění. Vzhledem k narůstajícímu počtu zaznamenaných zranění hlavy Chavarro-Nieto et al. (2021) výrazně podporují vytvoření prevenčních programů ohledně síly krku už pro mladé sportovce s přihlédnutím k herním situacím, kterým jsou často vystavováni, a k budoucím potřebám na jednotlivých herních pozicích

5 Závěr

Tato bakalářská práce se zaměřila na problematiku prevence úrazu hlavy v kontaktních týmových sportech prostřednictvím posilování síly krku. Výzkum byl veden s cílem shromáždit a analyzovat dostupné vědecké a odborné poznatky o úrazech hlavy, jejich prevenci a především vlivu, který má na problematiku síla krku. Jakožto v literární rešerši v ní bylo zmíněno 47 zahraničních zdrojů, které pomohly nastínit zmiňovanou problematiku

Práce identifikovala, že nejčastějšími úrazy hlavy a krční oblasti v kontaktních týmových sportech jsou otřesy mozku, poranění krční páteře a další traumatická poranění mozku. Tyto úrazy mohou mít jak akutní, tak dlouhodobé následky na zdraví sportovců, včetně kognitivních a neurologických problémů.

Jedním z hlavních zjištění práce bylo potvrzení významné role, kterou síla krku představuje v prevenci úrazů hlavy a krku. Posílení krčních svalů může významně snížit riziko otřesů mozku a jiných závažných úrazů hlavy tím, že poskytuje lepší stabilitu a odolnost krku při nárazech. Toto zjištění je podpořeno řadou studií, které ukazují, že silnější krční svaly mohou omezit zrychlení a rotační pohyby hlavy při nárazech, což je zásadní faktor v jejich prevenci.

Dalším významným závěrem je, že současné preventivní strategie, které kombinují mechanickou ochranu, jako jsou helmy, s fyzickou přípravou zaměřenou na posilování krčních svalů, jsou nejefektivnější. Biomechanické studie dále zdůrazňují důležitost správného držení těla a techniky při sportovních aktivitách a dovednostech, což může dále snižovat riziko úrazu.

V rámci této práce byly identifikovány a analyzovány různé metody posilování krku. Nejčastěji zmiňovanými metodami jsou izometrická cvičení zahrnující aplikaci síly proti pevnému objektu bez viditelného pohybu, a izotonická cvičení zahrnující naopak pohyb proti odporu. Trénink s elastickými odporovými gumami a protahovací cviky jsou také uvedeny jako účinné metody pro posilování krku. Konkrétní programy obsahují cvičení prováděná dvakrát až třikrát týdně s variabilním odporem a zaměřením na všechny směry pohybu hlavy. Izometrická a izotonická cvičení se ukázala jako nejúčinnější metoda pro posilování krčních svalů. Tyto cviky poskytují možnost zacílit specifické svalové skupiny a minimalizovat riziko zranění. Byly identifikovány konkrétní tréninkové programy a

techniky, které mohou být efektivně implementovány do tréninkových režimů sportovců. Důraz je kladen na pravidelné a správné provádění těchto cvičení jako součást dlouhodobých tréninkových programů.

Práce také zdůraznila potřebu individualizace tréninkových programů, aby byly co nejúčinnější pro jednotlivé sportovce s různými potřebami a predispozicemi. Individualizace zahrnuje přizpůsobení cvičení věku, pohlaví, sportovní disciplíně a fyzickým schopnostem jednotlivce. Tento přístup zajistí, že cvičení budou co nejúčinnější a minimalizují riziko přetížení či zranění.

Na základě zjištěných výsledků je zřejmé, že další výzkum by měl směřovat k vývoji ještě efektivnějších preventivních programů zaměřených na posilování krku. Měl by se také zaměřit na dlouhodobé sledování efektivity těchto programů a jejich dopadu na snížení výskytu úrazů hlavy v odlišných kontaktních sportech. Důležité je také pokračovat ve výzkumu biomechaniky úrazů hlavy, aby bylo možné lépe pochopit, jak různé síly a pohyby působí na hlavu a krk při sportovních aktivitách.

Další oblastí pro budoucí výzkum je vývoj nových a vylepšených ochranných pomůcek, které by kombinovaly mechanickou ochranu s podporou krčních svalů. Pokroky v materiálových vědách a technologiích mohou přinést nové možnosti pro vývoj helem a jiných ochranných pomůcek, které budou lépe chránit sportovce před úrazy hlavy.

Zapojení cílených tréninkových programů zaměřených na posilování krku by měla být standardní součástí přípravy všech sportovců. Je rovněž nezbytné pokračovat v edukaci a tréninku zaměřeném na správné techniky a postupy, které mohou přispět k prevenci úrazů hlavy. To zahrnuje nejen fyzickou přípravu, ale také taktický a technický trénink, který pomáhá sportovcům vyhnout se nebezpečným situacím. V tomto ohledu je důležité, aby trenéři a další odborníci byli dobře informováni a školeni v nejnovějších metodách a strategiích prevence úrazů.

Závěrem lze říci, že posilování krku je klíčovou součástí prevence úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech. Budoucí výzkum by také mohl zahrnovat rozsáhlejší studie, které by sledovaly sportovce po delší dobu, aby se lépe porozumělo dlouhodobým dopadům posilování krku na prevenci úrazů hlavy. Tyto studie by mohly poskytnout cenné údaje, které by mohly vést k dalšímu zlepšování tréninkových programů a preventivních opatření.

Tato bakalářská práce poskytuje ucelený přehled o významu síly krku v prevenci úrazů hlavy v kontaktních týmových sportech a naznačuje směry, jimiž by se mohlo další bádání ubírat, aby bylo dosaženo ještě lepších výsledků v ochraně zdraví sportovců.

Seznam literatury

AL ATTAR, Wesam Saleh A., et al. The FIFA 11+ kids injury prevention program reduces injury rates among male children soccer players: A clustered randomized controlled trial. *Sports Health*, 2023, 15.3: 397-409.

AUGSPURGER, Erik E. How does neck muscle strength change as children mature while playing different youth sports?, 2023.

BEERS MARK, H.; MD, Robert Berkow MD. Common Sports Injuries. Section 5, Chapter 62 In *The Merck Manual of Diagnosis and Therapy*. Whitehouse Station. NJ: Merck Research Laboratories, 2004.

BENSON, Brian W., et al. What are the most effective risk-reduction strategies in sport concussion?. *British journal of sports medicine*, 2013, 47.5: 321-326.

CANTU, Robert C. Head injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 1996, 30.4: 289-296.

CHAVARRO-NIETO, Christian, et al. Neck strength in rugby union players: a systematic review of the literature. *The Physician and Sportsmedicine*, 2021, 49.4: 392-409.

COLLINS, Christy L., et al. Neck strength: a protective factor reducing risk for concussion in high school sports. *The journal of primary prevention*, 2014, 35: 309-319.

CONLEY, Michael S., et al. Specificity of resistance training responses in neck muscle size and strength. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1997, 75: 443-448.

COOPER, Minton Truitt; MCGEE, Kevin M.; ANDERSON, D. Greg. Epidemiology of athletic head and neck injuries. *Clinics in sports medicine*, 2003, 22.3: 427-443.

DECKEY, David G., et al. Neck and cervical spine injuries in national college athletic association athletes: a 5-year epidemiologic study. *Spine*, 2020, 45.1: 55-64.

DURBIN, F. C. Sports injuries of the neck. *The Journal of the Royal College of General Practitioners*, 1969, 18.89: 349.

EMERY, Carolyn A., et al. What strategies can be used to effectively reduce the risk of concussion in sport? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 2017, 51.12: 978-984.

FAIR, Ray C.; CHAMPA, Christopher. Estimated costs of contact in college and high school male sports. *Journal of Sports Economics*, 2019, 20.5: 690-717.

FARLEY, Theo, et al. Poor isometric neck extension strength as a risk factor for concussion in male professional Rugby Union players. *British journal of sports medicine*, 2022, 56.11: 616-621.

FULLER, Colm; FALVEY, Éanna; SCHNEIDER, Kathryn. Reliability of a neck strength test in schoolboy rugby players. *Musculoskeletal Science and Practice*, 2022, 60: 102566.

GEARY, Kevin; GREEN, Brian S.; DELAHUNT, Eamonn. Effects of neck strength training on isometric neck strength in rugby union players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2014, 24.6: 502-508.

GISSANE, Conor, et al. An operational model to investigate contact sports injuries. *Medicine and science in sports and exercise*, 2001, 33.12: 1999-2003.

GURDJIAN, E. S.; VORIS, H. C. Report of ad hoc committee to study head injury nomenclature. *Neurosurgery*, 1966, 12.CN_suppl_1: 386-394.

HAMILTON, D. F., et al. Age-related differences in the neck strength of adolescent rugby players: a cross-sectional cohort study of Scottish schoolchildren. *Bone & joint research*, 2012, 1.7: 152-157.

HOOTMAN, Jennifer M.; DICK, Randall; AGEL, Julie. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 2007, 42.2: 311.

HRYSOMALLIS, Con. Neck muscular strength, training, performance and sport injury risk: a review. *Sports Medicine*, 2016, 46: 1111-1124.

JUNGE, Astrid, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *The American journal of sports medicine*, 2006, 34.4: 565-576.

KELLY, James P., et al. Concussion in sports: guidelines for the prevention of catastrophic outcome. *Jama*, 1991, 266.20: 2867-2869.

LECLERC, Suzanne, et al. Recommendations for grading of concussion in athletes. *Sports Medicine*, 2001, 31: 629-636.

LI, Yunxia, et al. Effects of yoga on patients with chronic nonspecific neck pain: A PRISMA systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 2019, 98.8: e14649.

LISTON, Mairead, et al. Neck strength assessment offers no clinical value in predicting concussion in male professional rugby players: a prospective cohort study. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 2023, 53.5: 317-323.

LOVELL, Mark R., et al. Does loss of consciousness predict neuropsychological decrements after concussion?. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1999, 9.4: 193-198.

LYSENS, R. J.; DE WEERDT, Willy; NIEUWBOER, Alice. Factors associated with injury proneness. *Sports medicine*, 1991, 12: 281-289.

MACONI, F., et al. Effects of a 12-week neck muscles training on muscle function and perceived level of muscle soreness in amateur rugby players. *Sport Sciences for Health*, 2016, 12: 443-452.

MANSELL, Jamie, et al. Resistance training and head-neck segment dynamic stabilization in male and female collegiate soccer players. *Journal of athletic training*, 2005, 40.4: 310.

MCBain, Kellen, et al. Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. *British journal of sports medicine*, 2012, 46.3: 174-179.

MCBee, Ann C., et al. The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy. *Brain*, 2013, 136.1: 43-64.

MCCRORY, Paul, et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British journal of sports medicine*, 2017, 51.11: 838-847.

MCCRORY, Paul. Preventing head and neck injury. *British Journal of Sports Medicine*, 2005, 39.6: 314-318.

MEEUWISSE, Willem H. Assessing causation in sport injury: a multifactorial model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1994, 4.3: 166-170.

MIHALIK, Jason P., et al. Does cervical muscle strength in youth ice hockey players affect head impact biomechanics?. *Clinical journal of sport medicine*, 2011, 21.5: 416-421.

MULLALLY, William J. Concussion. *The American journal of medicine*, 2017, 130.8: 885-892.

NAISH, Robert, et al. Can a specific neck strengthening program decrease cervical spine injuries in a men's professional rugby union team? A retrospective analysis. *Journal of sports science & medicine*, 2013, 12.3: 542.

PEDERSEN, Lisbeth Lund, et al. 69 Concussion incidence amongst youth handball players participating in the Health and Performance Promotion in Youth Sport (HAPPY) randomized controlled trial. 2023.

PINHEIRO, Carlos; FEJIO, Mariana Maciel. Handball concussion case series in a Brazilian Team. *Neurology*, 2020, 95.20_Supplement_1: S13-S13.

PRIEN, Annika, et al. Epidemiology of head injuries focusing on concussions in team contact sports: a systematic review. *Sports medicine*, 2018, 48: 953-969.

PROCTOR, Mark R.; CANTU, Robert C. Head and neck injuries in young athletes. *Clinics in sports medicine*, 2000, 19.4: 693-715.

RC, CANTU. Guidelines for return to contact sports after a cerebral concussion. *Physician Sports Med*, 1986, 14: 755-783.

SILVERMAN, Sean, et al. Risk reduction of concussion in athletes: do neck size or neck strength make a difference?. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2023, 10.1097.

STURESSON, Victor, et al. Youth handball concussion prevention strategies: a workshop-based study with experts and end users. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2024, 10.1: e001877.

WAHLQUIST, Victoria E.; GLUTTING, Joseph J.; KAMINSKI, Thomas W. Examining the influence of the Get aHEAD Safely in Soccer™ program on head impact kinematics and neck strength in female youth soccer players. *Research in Sports Medicine*, 2024, 32.1: 17-27.

WALTZMAN, Dana; SARMIENTO, Kelly. What the research says about concussion risk factors and prevention strategies for youth sports: a scoping review of six commonly played sports. *Journal of safety research*, 2019, 68: 157-172.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Helma na americký fotbal	42
Obrázek 2: Helma na ragby	43
Obrázek 3: Chránič zubů.....	44
Obrázek 4: Izometrické cvičení s postrojem.....	51
Obrázek 5: Cvičení s odporovými gumami	52
Obrázek 6: Izotonický stroj na posilování svalů krku.....	53

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vnitřní a vnější rizikové faktory	22
Tabulka 2: Frekvence a procentuální zastoupení jednotlivých zranění v různých sportech	24
Tabulka 3: Poranění hlavy a krku a páteře	29
Tabulka 4: Typy klasifikace otřesů mozku.....	33
Tabulka 5: Prevence poranění hlavy a krku různých autorů	41
Tabulka 6: Prevence zranění hlavy a krku hráčů mládežnických kategorií v různých sportech.....	47
Tabulka 7: Přehled metod posilování svalů krku	54