

SKADER I KOMBINERTE- VS. ENKELTIDRETTER

EN KOMPARATIV ANALYSE AV SKADEOMFANGET I TRIATLON, SVØMMING,
SYKLING OG LØPING

INJURIES IN MULTI- VS. SINGLE SPORTS

A COMPARABLE ANALYSIS OF INJURY INCIDENCE IN TRIATHLON, SWIMMING,
CYCLING AND RUNNING

SAMMENDRAG

Tittel: Skader i kombinerte- vs. enkeltidretter – en komparativ analyse av skadeomfanget i triatlon, svømming, sykling og løping

Hensikt: Å kartlegge skadeomfanget i triatlon sammenlignet med skadeomfanget i enkeltidrettene som inngår i triatlon: Svømming, sykling og løping.

Metode: Systematisk review. Det ble utført litteratursøk i databasene “Pubmed”, “Sportdiscus” og “Google Scholar” i perioden 2.11.21 til 15.11.21.

Resultat: Inkluderte 13 studier med totalt 3816 utøvere: Triatlon (4 studier, samlet n = 811), svømming (3 studier, samlet n = 628), sykling (3 studier, samlet n = 225) og løping (3 studier, samlet n = 2152). Totalt 2566 av utøverne var skadet i de studerte tidsperiodene. Skadeforekomsten varierte fra 0,2 til 0,8 skader per utøver per år i triatlon, med unntak av én studie som rapporterte 2,9. Denne ene studien skilte seg fra de andre studiene, og vil sannsynligvis være mindre representativ. I svømming var det registrert fra 0,1 til 1,4, i sykling fra 0,3 til 0,9 og fra 0,6 til 1,6 skader per utøver per år i løping. Skadefrekvensen var noenlunde lik i alle idrettene, men det var rapportert noe høyere insidens av skader blant utøverne i løping, og noe lavere i triatlon. Skadelokalisasjonene varierte mellom idretter, hvor størst andel skader relatert til underekstremiteten var rapportert av utøverne i triatlon og løping. Skulderskader var hyppigst rapportert i svømming og andelen bruddskader var høyest i sykling.

Konklusjon: Resultatene viser at studier som rapporterte skader over en lengre periode har registrert lavere skadeforekomst blant utøverne. Dette kan forklares av at de fleste studiene benyttet retrospektiv metode, og utøverne måtte derfor huske skader fra en gitt periode. Det så ut til at utøverne husket færre skader desto lengre tilbake i tid skadene ble registrert fra. Sammenligning av skaderapporteringen og den faktiske forekomsten i idrettene kan være problematisk da flere av studiene benyttet ulike skadedefinisjoner og metoder. Mer forskning med standardiserte metoder vil være nødvendig i fremtiden.

ABSTRACT

Title: Injuries in multi- vs. single sports – a comparable analysis of injury incidence in triathlon, swimming, cycling and running

Aim: The aim of this study was to create an overview of the current scientific literature about injuries in triathlon and its disciplines: Swimming, cycling and running.

Method: Systematic review. A search of the literature was conducted during the period of 2.11.21 to 15.11.21 in the following databases: Pubmed, SportDiscus and Google Scholar.

Results: A total of 13 studies with a population n=3816 athletes were included in this research: Triathlon (4 studies, total n = 811), swimming (3 studies, total n = 628), cycling (3 studies, total n = 225) and running (3 studies, total n = 2152), where 2566 athletes were injured during the period of research. The studies reported an injury occurrence from 0.1 to 0.8 injuries per athlete per year in triathlon, except a single study with a reported incidence of 2.9 injuries per athlete per year. This study differed from the other studies included and is probably less representative. In swimming, the reported incidents varied from 0.1 to 1.4, a frequency of 0.3 to 0.9 in cycling was presented and a variety of 0.6 to 1.6 injuries per athlete per year was reported by runners. The frequency of injury was similar in the sports included, but there was reported a slightly higher incidence of injuries in running, and slightly lower in triathlon. The locations of injuries were different in the sports, but the highest incidents of injuries related to the lower extremity were reported in triathlon and running. A majority of shoulder injuries were reported by elite swimmers, and the highest incidence of fractures was related to elite cyclists.

Conclusion: The results found that studies reporting injuries for a longer period, also reported a smaller number of injuries among the athletes. An explanation may be that most studies included used a retrospective method, where the athletes had to remember injuries from the past. The athletes seem to remember less injuries as longer the period of reporting. The studies used different definitions of injury and methods to locate them, which may lead to difficulties when comparing reports among the different studies and the actual number of injuries. Further development of standardized guidelines of identifying and defining injuries is necessary to ensure that results are more likely to be compared with other studies.

Innhold

1.0 Introduksjon	4
1.1 Idrettsskader	4
1.2 Ulikt skadeomfang i ulike idretter.....	4
1.3 Spesifikk trening: Prestasjon eller skade?.....	5
1.4 Gevinsten av treningsvariasjon	6
1.5 Hensikt med oppgaven og problemstilling.....	7
2.0 Metode	8
3.0 Resultater	12
4.0 Diskusjon	16
4.1 Mulige årsaker til ulik skadeforekomst.....	16
4.1.1 Skadedefinisjoner og -registrering.....	16
4.1.2 Retrospektiv vs. Prospektiv metode	17
4.1.3 Isolerte data.....	19
4.1.4 Fremtidig forskning	19
4.1.5 Ulik belastning i ulike idretter	19
4.2 Svømming vs. triatlon	21
4.2.1 Skulderskader, treningstid og teknikk	21
4.2.2 Temperatur og våtdrakt	22
4.2.3 Andre faktorer.....	22
4.2.4 Kneskader	22
4.3 Sykling vs. triatlon	23
4.3.1 Sykkelstilling som skadefremkallende	23
4.3.2 Drageffekt.....	24
4.3.3 Fallfare.....	25
4.4 Løping vs. triatlon	25
4.4.1 Vektbærende idrett med mekaniske krefter.....	25
4.4.2 Løping som forutsigbar idrett.....	25
4.4.3 Skader i underekstremitetene.....	26
4.4.4 Muskel tretthet og skader	26
4.4.5 Alder som skaderisiko	27
5.0 Konklusjon	28
Referanser	29

1.0 Introduksjon

1.1 Idrettsskader

Mange idrettsutøvere opplever å bli skadet i løpet av sin karriere. Bijur et al rapporterte at 27,7% av alle skaderelaterte sykehusinnleggelseser i USA er relatert til sports- og fritidsaktiviteter (1995, som referert i Burt et al, 2001). Innen idrett er de vanligste skadene de som rammer bløtvev, bein, sener, ligament og nerver. Disse skadene kan oppstå som et resultat av akutt traume eller belastning over tid (Maffulli et al, 2011).

Akutte skader innen idrett oppstår hyppigst innen kontaktidretter, som fotball og ishockey (Kujala et al, 1995). Utøvere i kontaktidretter utsettes ofte for uforutsigbare situasjoner som vridninger, taklinger og hindringer. Slike situasjoner kan skape krefter som kan overanstrenge kroppens strukturer. Typiske skader er rupturer, leddbåndskader, forstuinger og brudd. Det forekommer også akutte skader innen andre ikke-kontakt idretter hvor de vanligste årsakene er fall og kollisjoner.

1.2 Ulikt skadeomfang i ulike idretter

Idrettsskader er utbredt i de fleste sportsgrener, men trender innen skadeforekomst og lokalisasjon varierer mellom idretter (Maffulli et al, 2011). Belastningen har sammenheng med hvilken type aktivitet utøveren utsettes for (Taimela et al, 1990, som referert i Gissane et al, 2001), og dette bidrar til at skademekanismene varierer mellom ulike idretter (Bahr, 2005). Forskning viser at svømmere har flest skader knyttet til skulderpartiet og overkroppen (Hill et al, 2015) mens løpere forbindes med skader i underekstremiteten (Kakouris et al, 2020).

Variasjon av skadeomfang i ulike idretter kan ha flere forklaringer. Noen årsaker er relatert til treningsmengde (Eckard, 2018), teknikk (Lysens, 1991, som referert i Gissane et al, 2001) og type aktivitet. Andre variabler som kan påvirke risikoen for utvikling av skade er kjønn, alder (Maffulli et al, 2010) og genetikk (Ahmetov og Rogozkin, 2009; Heck 2004).

Sammenhengen mellom kjønn og skaderisiko er omdiskutert, og Dane et al (2004) argumenterte for at kjønn ikke har innvirkning på skadeforekomst. De ytre faktorene i omgivelsene påvirker også risikoen for skader (Bahr og Holme, 2003). I tillegg vil medisinsk støtteapparat og trener-team ha innflytelse på skadeutvikling blant utøvere (McIntosh, 2005).

1.3 Spesifikk trening: Prestasjon eller skade?

Kroppen har en unik evne til å kunne tilpasse de belastningene den utsettes for. For eksempel vil en maratonløper som løper lengre distanser kunne øke den aerobe utholdenheten (Rusko et al, 1978). En forklaring på dette kan være kroppens evne til å omgjøre muskelfibertyper, slik at energiomsetningen blir mer effektiv og hensiktsmessig til den spesifikke aktiviteten (Heck et al, 2004; Brooks et al, 1985, som referert i Borresen og Lambert, 2009). Med dette i betraktning er det god grunn til at toppidrettsutøvere retter store deler av treningen mot den spesifikke idretten, også kalt spesifisitetsprinsippet.

Spesifisitetsprinsippet innebærer at trening som er mest mulig lik konkurransøvelsen har best innvirkning på prestasjon. Med andre ord blir en god på det en trener på (Coffey og Hawley, 2017). På grunn av dette vil utøveren kunne øke prestasjonen som et resultat av kroppens tilpasninger (Borresen og Lambert, 2009).

Foster et al (1995) er enig i at oppgavespesifikk trening gir større effekt på prestasjon, men Borresen og Lambert (2009) legger til at dosering og kroppens respons på trening er avgjørende faktorer. Utøverne kan regulere både treningstype og -mengde, og på denne måten vil utøveren delvis kunne kontrollere utfallet, altså graden av prestasjonsutvikling. Oppgavespesifikk trening er basert på kunnskap med formål om at utøveren skal prestere bedre. En mulig konsekvens av en slik treningsform er ensidig- og ugunstig belastning. Borresen og Lambert (2009) påpeker at økning i treningsvolum, intensitet eller frekvens kan øke sannsynligheten for overtrening og skader. Risikoen for skader øker i samspill med økt treningsmengde, og en konsekvens av dette kan være forstyrret trening og dermed stagnasjon i prestasjonsutviklingen.

For idrettsutøvere på elitenivå kreves det stor treningsbelastning for å kunne prestere på høyt nivå. Eliteutøvere har omtrent 1000 treningstimer i året (Saavedra, 2018), og de presser kroppen for å få mest mulig utbytte av treningen. Med høy treningsbelastning over en lengre periode kan det være vanskelig å hele småskader, og de kan utvikles til større, mer alvorlige skader. Ifølge Borresen og Lambert (2009) kan en av forklaringene være at høy dosering bidrar til mangel på restitusjon. Utøverne må dermed finne balanse i treningen fordi for lite trening kan påvirke prestasjon, mens for mye trening kan resultere i belastning utenfor kroppens toleranseevne (Borresen og Lambert, 2009), og dermed kan skader oppstå (Alver, 2009).

Som følge av spesifikk trening og høy dosering er det ikke usannsynlig at overbelastningsskader kan oppstå fordi samme strukturer i kroppen anstreges over tid. Belastningsskader opptrer som oftest i strukturer som bein, muskler og sener, og typiske skader er stressfraktur og tendinopati (Aicale et al, 2018). Disse type skader rammer som oftest utøvere i idretter med repetitivt arbeid over lengre tid (Archambault et al, 1995, som referert i Kannus 1997; Thacker, 2004) som løping, svømming og sykling (Hess et al, 1989, som referert i Kannus 1997; Derman, 2005).

1.4 Gevinsten av treningsvariasjon

Selv om spesifikk trening gir bedre forutsetninger for prestasjonsutvikling, inkluderer de fleste eliteutøvere andre treningsformer utenfor den spesifikke idretten (Foster, 1995). Prinsippet om treningsvariasjon bidrar til å skape et godt treningsgrunnlag slik at utøvere tåler mer intensiv og spesifikk trening på et senere tidspunkt. Samtidig kan variasjonen bidra til å opprettholde motivasjon (Godfrey, 1998), og virker skadeforebyggende fordi det motvirker ensidige belastninger (Foster, 1996). Derfor anses det av Kraemer et al (1998) som nyttig å supplementere med andre treningsformer for å maksimere prestasjon og forhindre overtrening.

Som nevnt har variert trening skadeforebyggende effekt (Foster, 1996), og det kan tenkes at idrettsutøvere som trener variert, har mindre risiko for å bli skadet i sin karriere. Bell et al (2018) støtter dette ved å argumentere for at spesialisering innen én idrett øker sannsynligheten for overbelastningsskader. En måte å undersøke dette på er å studere triatlon som er en kombinert idrett. Denne idretten starter med en svømmedisiplin, deretter sykling og til slutt løping i samme konkurranse. Triatlon skiller mellom ulike konkurrerende distanser, fra supersprint til Ironman. Supersprint består av 400 m svømming, 10 km sykling og 2,5 km løping, mens den lengste distansen, Ironman, inkluderer 3800 m svømming, 180 km sykling og 42,2 km løping. Den standardiserte og vanligste distansen, Olympisk distanse, består av 1500 m svømming, 40 km sykling og 10 km løping (International Triathlon Union, som referert i Egermann et al, 2003).

For å undersøke om triatleter har mindre risiko for å bli skadet i sin karriere, vil det være nyttig å sammenligne skadeomfanget i den kombinerte idretten med enkeltidretter. Enkeltdisiplinene som inngår i triatlon, konkurrerer også i ulike distanser hver for seg. I svømming arrangeres det konkurranser fra 50 m til 1500 m i innendørs basseng (Neiva, 2014). Distanser i landeveissykling varierer fra temporitt som vanligvis er mellom 20-30 km for kvinner og 40-50 km for menn, til fellesstart mellom 130-150 km for kvinner og 250-280

km for menn (UCI, 2021). Innen løping arrangeres det konkurranser i mesterskap fra 100 m sprint, til lengre distanser som ultramaraton, altså løp over 42,2 km (World Athletics, 2021).

Flere tidligere studier har undersøkt skadeomfanget i triatlon og sett på risikofaktorer knyttet til idretten. En studie av Tanaka (1994, som referert i Egermann et al, 2003) formulerte en hypotese om at treningsvariasjonen i triatlon gir mindre overbelastningsskader blant utøverne fordi det vil bli redusert fysisk stress til alle deler av kroppen. I senere tid har Korkia et al (1994) og O'Toole et al (1989) rapportert svært høy skadeforekomst blant triatleter, som hovedsakelig var relatert til overbelastningsskader. Tidligere forskning viser at den oftest skadde anatomiske lokalisasjonen i triatlon var underekstremitetene, hvor flest skader var relatert til løping (McHardy et al, 2006). Korkia et al (1994) fant at flest skader i triatlon skyldtes løping, deretter sykling og til slutt svømming. Annen studie gjennomført av Egermann et al (2003) rapporterte derimot flest skader i sykling, deretter løping og minst skader i svømming blant triatleter.

Til tross for visse forskjeller mellom idrettsgrenene i triatlon og enkeltidrettene, blant annet reglement og ytre forhold, er det de samme disiplinene som utføres. Det bidrar til at utøverne fra disse idrettene i en større grad kan sammenlignes enn dersom tilfeldige idretter ble studert. Vi har kun funnet én studie, Levy et al (1986), som har sammenlignet skadeomfanget i triatlon med skadeomfanget i enkeltidrettene inkludert i triatlon. Studien fant at triatleter trener mer i gjennomsnitt - og at de har en høyere skadeforekomst per år enn utøverne som driver med enkeltidrettene: Svømming, sykling og løping (Levy et al, 1986, som referert i Korkia et al, 1994). Collins et al (1989) beskriver at Levy et al benyttet en retrospektiv metode og undersøkte overbelastningsskader hos triatleter. For å innhente data utarbeidet de et spørreskjema som ble utgitt til konkurrerende utøvere i én triatlonklubb. En mulig følge av dette er begrenset datamateriale, og formålet med denne oppgaven er å danne en mer helhetlig framstilling av skadeomfanget i idrettene.

1.5 Hensikt med oppgaven og problemstilling

Hensikten med denne oppgaven vil derfor være å kartlegge skadeomfanget i triatlon sammenlignet med skadeomfanget i enkeltidrettene svømming, sykling og løping.

Dette leder oss til følgende problemstilling:

Hvordan er skadeomfanget hos toppidrettsutøvere i triatlon sammenlignet med enkeltidrettene svømming, sykling og løping?

2.0 Metode

Vi har gjennomført litteratursøk i databasene “Pubmed”, “Sportdiscus” og “Google Scholar” med hensikt om å finne de mest relevante studiene innenfor vår problemstilling. Søkene ble gjort i perioden 2.11.21 til 15.11.21. I startfasen gjorde vi noen prøvesøk for å skaffe et overblikk over litteratur på feltet. Deretter ble det utført systematiske søk innenfor de fire idrettsgrenene med tilnærmet like søkeord innenfor hver idrett, fremstilt i *tabell 1*. Først og fremst ble en kombinasjon av synonymer innen samme idrett benyttet som søkeord. Videre var ordene “injury” og “injuries” relevante for å registrere data over skadeomfanget i de ulike idrettene. Med ønske om et høyt sportslig nivå ble det tatt i bruk søkeord som “elite”, “olympic” og “international”. Dette for å sikre at resultatene i studiene ville være mer sammenlignbare da eliteutøverne trener noenlunde like mye, og dermed er skadeomfanget sannsynligvis forholdsvis likt. Først og fremst ble studier som betegnet utøverne som elite, profesjonell eller nasjonal tatt med i registreringen, men også enkelte studier hvor utøverne trente tilsvarende mengde ble inkludert. Dette for å kunne innhente tilstrekkelig data. Synonymer ble benyttet og kombinert med bindeordet «OR» for å minimere sannsynligheten for at relevante studier ble utelukket i søkene.

Vurderingen av studiene innen hvert søk ble først og fremst basert på tittel. Dersom tittelen virket relevant, ble studien lest i fulltekst. Det ble ikke satt noen tidsbegrensning innenfor hvilket tidsrom studien var utført eller publisert. Dette for å ikke utelukke aktuelle studier. Deretter ble studien enten inkludert eller ekskludert på grunnlag av inklusjons- og eksklusjonskriterier. Dersom studien ikke var tilgjengelig i Sportdiscus eller Pubmed, ble tittelen søkt opp i GoogleScholar med ønske om tilgang til fulltekst. For å utvide sannsynligheten til å finne studiene i fulltekst ble “pdf” tilført bak studiens tittel. Disse søkene ble gjort i både Google og Google Scholar fordi begge er utvidede søkemotorer. Vi fikk ikke tak i studien av Levy et al (1986), og av den grunn ble informasjon om studien innhentet fra andre som har sitert den. På grunn av dette vet vi ikke om studien ville oppfylt våre inklusjonskriterier. Det er derfor usikkert om studien er representativ, og den inngår ikke i datamaterialet.

Søket «*running injuries prevalence*» i Pubmed ga 1196 treff. På grunn av tidsbegrensning gikk vi ikke gjennom alle studiene, men avgrenset til de 100 første treffene. Søket var sortert etter “best match”, og dette gjorde det mer sannsynlig at de mest relevante studiene var innenfor denne avgrensningen.

Isolerte data ble innhentet fra enkelte studier. Collins et al (1989) studerte totalt 257 deltakere på ulike nivå, men rapporterte skadeomfang innad på hvert nivå. Med ønske om høyt sportslig nivå innhentet vi data fra utøverne som ble betegnet som elite, og vi endte med totalt 30 eliteutøvere fra denne studien. Paajanen et al (2011) rapporterte skadeomfanget blant 613 idrettsutøvere fordelt på flere ulike idretter i sin studie, men vi inkluderte kun data fra de 154 elitesvømmerne.

I starten av søkeprosessen ble kun studier som tok for seg utøvere fra den lengste distansen i triatlon, Ironman, inkludert. Etter hvert ble også studier som studerte utøvere fra Olympisk distanse i triatlon inkludert for å innhente mer data, og de tidligere søkene ble gjennomgått og vurdert på nytt.

I denne oppgaven tar vi dermed for oss de vanligste og mest tradisjonelle distansene i triatlon: Olympisk distanse og Ironman. Videre sammenlignes disse med langdistanser i enkeltidrettene sykling og løping. I svømming inkluderes alle svømmere uavhengig av lengden de konkurrerer i. Ettersom den konkurrerende distansen i sykling varierer fra 20 til 280 km, konkurrerer triatletene i olympisk distanse og Ironman i omtrent samme distanse, fra 40 km til 180 km. For at utøverne i løping skulle være mest mulig sammenlignbare med triatletene, inkluderte vi kun løpere som deltok i distanser fra minimum 10 km. Ved å innhente data fra utøvere som konkurrerer i samme distanser er det mer sannsynlig at treningsformene er noenlunde like. Som et resultat av treningen vil de utvikle fysiske forutsetninger for å kunne prestere bedre i konkurranse, og vil dermed ha mer likt grunnlag for skaderisiko.

De utvalgte studiene var sitert av andre studier, og disse ble undersøkt ved hjelp av verktøyet «sitert av» i Google Scholar. Disse studiene ble også gjennomgått på samme måte som beskrevet over: Først ut fra tittel og deretter lest og vurdert mot inklusjons/eksklusjonskriterier dersom tittelen virket relevant. Denne prosessen ble utført for å sikre at vi hadde fått med oss den mest relevante litteraturen på feltet.

Det vil være vanskelig å gjøre en kjønns spesifikk analyse ut ifra studiene vi har tatt for oss. Dette fordi studiene ikke skiller mellom kjønn i skaderegistreringen, med unntak av én studie (Almeida et al, 2015).

Skader ble registrert forskjellig i de ulike studiene, og innhentet data ble omregnet til en standardisert form. Dette for å sikre normalisering av data slik at det ble mulig å sammenligne dem. En svakhet ved dette er at det kan ha oppstått feil i omregningene, og dermed gitt andre utfall.

Studier ble inkludert dersom:

- Studiene undersøkte utøvere på elitenivå eller tilsvarende treningsmengde (\pm 1000 t/året)
- Utøverne var over 18 år
- Resultatene i studien inkluderte informasjon om skade samt skadelokalisasjon
- Studiene inkluderte registrering av skader i en periode på minimum 12 måneder.

Selv om studier oppfylte alle inklusjonskriteriene, ble de likevel ekskludert dersom:

- De var skrevet på et annet språk enn engelsk
- Studiene tok for seg en spesifikk diagnose
- De oppga ikke, eller det var umulig å utregne antall skader per utøver per år.

Tabell 1

	Søkestrategi (02.11.2021-15.11.2021)	Antall treff	Antall inkludert	Kommentar
1	<i>(swimming or swimmers or swim or swimming performance) AND (injury or injuries) AND (elite or olympic or international)</i> SportDiscus PubMed	393 265	1* 1	
2	<i>swimming injuries epidemiology review</i> SportDiscus PubMed	14 203	0 0	
3	<i>swim* injur* elite</i> PubMed	96	2	
4	<i>(cycling or bicycling or bike riding or cyclist or road cycling) AND (injury or injuries) AND (elite or olympic or international)</i> SportDiscus PubMed	353 158	2 1	(cyclist OR road cycling) AND (injury OR injuries) AND (elite OR olympic OR international)
5	<i>road cycling epidemiology review</i> SportDiscus PubMed	1 213	0 1*	
6	<i>(marathon running or long distance running or marathon) AND (injury or injuries) AND (elite or olympic or international)</i> SportDiscus PubMed	323 114	1 0	
7	<i>marathon injuries epidemiology review</i> SportDiscus PubMed	6 25	0 1*	
8	<i>running injuries prevalence</i> SportDiscus PubMed	154 1196	1* 2	Sortert etter "best match". Gikk gjennom de 100 første.
9	<i>(triathlete or triathlon or ironman) AND (injury or injuries) AND (elite or olympic or international)</i> SportDiscus PubMed	124 51	3* 3*	
10	<i>triathlon injuries epidemiology review</i> SportDiscus PubMed	4 13	4 4*	
11	<i>triathlon injuries prevalence</i> PubMed	49	4*	
Totalt		3755	(31) 13*	

* På grunn av overlapp i resultatene i ulike søkemetoder- og mellom databaser ble totalt 13 ulike studier inkludert

3.0 Resultater

De 13 utvalgte studiene presenterer skadeomfanget blant totalt 3816 utøvere fordelt på de ulike idrettene: Triatlon (4 studier, samlet n = 811), svømming (3 studier, samlet n = 628), sykling (3 studier, samlet n = 225) og løping (3 studier, samlet n = 2152). Totalt 2566 av utøverne hadde blitt skadet i løpet av studert tidsperiode. Vleck et al (2010) oppga ikke hvor mange av de 30 triatletene fra det britiske landslaget som hadde blitt skadet. Antall deltakere i studiene varierte fra 30 til 1212. Tre av studiene inkluderte kun overbelastningsskader (Clarsen et al, 2010; Collins et al, 1989; og O'Toole et al, 1989), to studier studerte kun menn (Barrios et al, 1997; Vleck et al, 2010) og en studie registrerte kun skader i underekstremitetene (Paajanen et al, 2011). Almeida et al (2015) var den eneste studien som skilte mellom menn og kvinner i skaderegistreringen, men resultatene viste ikke noen tydelige forskjeller mellom kjønnene. To av studiene benyttet en prospektiv metode (Matsuura et al, 2019; Barrios et al, 1997), og resterende var retrospektive. Fire av studiene var publisert før år 2000 (1986-1997). Resultatene varierer innad i samme idrett, og funnene viser likheter og forskjeller mellom de ulike sportsgrenene. Skadeforekomstene er fremstilt i *tabell 2*, og skadelokalisasjonene i *tabell 3*.

Skadeforekomsten blant toppidrettsutøverne fra de utvalgte studiene varierte fra 0,1 til 2,9 skader per utøver per år. O'Toole et al (1989) samlet data fra deltakere av 1986 Hawaii Ironman triathlon og identifiserte 2,9 skader per utøver per år, mens Matsuura et al (2019) rapporterte 0,1 skader per utøver per år blant svømmere på det japanske landslaget.

Funnene tydeliggjør flere likheter mellom triatlon og løping med hensyn til hvilke deler av kroppen som er mest utsatt for skader. Studiene viser at andelen skader i hofta og iliotibialbånd er omtrent lik i triatlon og løping (16,7% vs. 10-18,1%). Videre rapporterte studiene noenlunde lik forekomst av skader i akilles/ankel/fot i triatlon og løping (12,5-20,2% vs. 15,3-18,1%). Studiene i løping har registrert tendinopati og plantar fasciitt isolert fra skadelokalisasjon.

Videre rapporterte studiene hyppigheten av kneskader. Gjennomsnittlig var andelen kneskader høy i alle idrettene, og varierte fra 10,6% til 31,1% av totalt antall skader. Jacobs og Berson et al (1986) presenterte høyest forekomst av kneskader (31,1%) blant løperne som deltok i National Championship New York 1984. Nest høyeste forekomst av kneskader ble

oppgitt av Collins et al (1989) med en andel på 29% blant elitetriatletene. Sykling og svømming rapporterte på det høyeste 23,4% (Clarsen et al, 2010) og 16% (Almeida et al, 2015) kneskader av totalt antall skader.

Forekomsten av ryggskader varierte mellom studiene. Høyest andel av denne skadelokalisasjonen ble rapportert i triatlon av O'Toole et al (1989) med en andel på 59,2%. Svømming og sykling registrerte tilnærmet lik forekomst med 54,3% og 47,7% respektivt (Matsuura et al, 2019; Clarsen et al, 2010). Likevel er det store forskjeller innad i idrettene. I triatlon, svømming og sykling varierte forekomsten fra omtrent 5% til ca. 50% mellom studier som tok for seg samme idrett. Blant studiene som registrerte skader hos løpere, var det kun én studie som rapporterte ryggskader (Hoffmann og Krishnan, 2014), og fant 7,9% ryggskader av totalt antall skader.

Skulderskader er mest utbredt i svømming (fra 23,4% til 46,5%) sammenlignet med de andre idrettene (fra 1,1% til 4,2%). Clarsen et al (2010) er den eneste studien innen sykling som konkret registrerte skulderskader (1,1%). Collins et al (1989) og Vleck et al (2010) oppga ca. 4% av totalt antall skader i triatlon. Innen løping var det ikke rapportert noen skader i overekstremiteten.

Av de 13 studiene var det rapportert høyest andel akutte bruddskader i sykling. De Bernando et al (2012) registrerte 27,5%, og Barrios et al (1997) fant 24,4% av totalt antall skader. Ingen av studiene i svømming rapporterte brudd. Hoffmann og Krishnan (2014) registrerte 1,5% blant ultramaratonløpere. Egermann et al (2003) rapporterte at 8,9% av skadene blant deltakerne av Ironman Europe 2000 var forårsaket av brudd.

Tabell 2

Studier	Metode	Antall deltakere	Tidsperiode	Antall treningstimer/ distanse per uke	Nivå	Skade per utøver per år	Skade definisjon	Alder (år)
Svømming								
Almeida et al (2015)	Retrospektiv	257	1 år	57,1 km/uke	Profesjonelle svømmere, elite. (Deltakere i det Brasilianske svømmemesterskapet 2010)	0,6	Enhver muskel- og skjelettlidelse som var relatert til svømming det siste året. Skaden var alvorlig nok til at utøveren oppsøkte lege eller at svømmeren ble hindret i å gjennomføre minst en treningsøkt eller konkurranse.	20,1
Paajanen et al (2010)	Retrospektiv	613 (154 svømmere)	1 år	910 t/år	Elite	1,4	Kronisk lyskeskade def: Smertetilstand under trening eller kamp som ble forverret etter fysisk aktivitet, og som ikke var forårsaket av traume.	18,5
Matsuura et al (2019)	Prospektiv	217	7 år		Det japanske nasjonale svømmelaget	0,1	Overbelastningsskader def: Smerte som oppsto spontant uten traumatisk hendelse, og gjorde det vanskelig å delta i idrettsaktiviteter. Smerten resulterte i begrensninger knyttet til svømmedeltagelse i minst én dag etter skaden oppsto.	21
Sykling								
De Bernardo et al (2012)	Retrospektiv	51	4 år	557,7 km/uke. 1471,6 t/år	Top level	0,5	Skade som forhindret én treningsdag og/eller konkurranse.	25,8
Clarsen et al (2010)	Retrospektiv	109	1 år		Profesjonell	0,9	Overbelastningsskade def: Enhver smerte eller ubehag som ikke var direkte assosiert med en traumatisk hendelse. De skilte seg fra de vanlige smertene og smerter som er forbundet med konkurransesykling.	26 ± 4
Barrios et al (1997)	Prospektiv	65	13 år (gj.sn. 5 år/syklist)		Elite	0,3	Overbelastningsskader ble diagnostisert når utøverens plager var rettet mot en overbelastningstilstand tilknyttet sykling, uten at utøveren var skadet tidligere. Alvorlighetsgraden av skadene ble klassifisert i henhold til AIS.	25
Løping								
Jacobs and Berson (1986)	Retrospektiv	451	2 år	60,5 km/uke	National championship New York	0,7	Studien beskrev smerte/skade i 4 stadier, og utøveren ble betegnet som skadet når: utøveren graderte smerte/skade til skala 3-4, og hvis smerten begrenset løpedistansen og hastighet, eller forhindret all løping.	M: 33,9 F: 32,4
Hoffman og Krishnan (2014)	Retrospektiv	1212	1 år	64,4 km/uke	Aktive ultramaraton løpere	1,6	Ikke definert	43,56
Hoffman og Fogard (2011)	Retrospektiv	489	1 år		Deltakere i 161-km ultramaraton	0,6	Skader som var alvorlige nok til å forstyrre treningen.	45,57
Triathlon								
Collins et al (1989)	Retrospektiv	257 (30 elite)	1 år	201,2 km/uke - gj.sn. for alle	Elite	0,8	Muskelskjelettplager som medførte at utøveren måtte stoppe trening for minst én dag, redusere treningsdistansen, ta i bruk medisiner eller oppsøke medisinsk hjelp.	32
Vleck et al (2010)	Retrospektiv	30	5 år	1014 t/år	British National Squad Olympic distance (OD) and Ironman distance (IR) triathletes	0,4	Muskelskjelettplager som medførte at utøveren måtte stoppe trening for minst en dag, redusere treningsdistansen eller ta i bruk medisiner.	31,3 ± 3,1
Egermann et al (2003)	Retrospektiv	656	6,7 år (Karrieren)	816 t/år	Deltakere i Ironman Europe 2000	0,2	Hendelse som oppsto under trening eller konkurranse som førte til at utøveren måtte stå over én trening eller konkurranse.	35,8 ± 7,8
O'Toole et al (1989)	Retrospektiv	95	1 år	437,7 km/uke. 1076,4 t/år	Gjennomførte Ironman Hawaii World Championship	2,9	Ikke definert	M: 34,7 F: 37,3

Tabell 2 viser oversikt over de inkluderte studiene, og informasjon om utøverne som deltar.

Tabell 3

Skader	SVØMMING			SYKLING			LØPING			TRIATLON			
	Matsuura et al	Paajanen et al	Almeida et al	De Berna rdo et al	Clarsen et al	Barrios et al	Jacobs & Berson et al	Hoffman & Fogard et al	Hoffman & Krishnan	Collins et al	Vleck et al	Egermann et al	O'Toole et al
Hode						1,2 %						5 %	
Nakke			6,2 %		10,6 %						5,1 %		
Skulder	23,4 %		46,5 %		1,1 %					4,2 %	4 %		
Underarm/ håndledd/ hånd			2,8% (inkl. albue)		2,1 %	1,2 %				4,2 %			
Rygg	54,3 %		62 %	13,7%	45,7 % (inkl. pelvis/ sacrum)	8,1 %			7,9 %	4,2 %	16,6%		59,2 %
Lår		4,3 %			6,4 %		10 %	9,7 %	7,5 %		15,8%		
Hofte/ iliotibial band			4,2 % (hofte/ lår)	7,8 %	1,1 %	3,5 %		10 %	18,1 %	16,7 %			
Kne	10,6 %	15,2 %	16 %	13,7%	23,4 %	19,8 %	31,1 %	17,3 %	15,3%	29,2 %	22,8%		21,6% (inkl. lår)
Legg		2,4 %	2,1 %				23,8 %	7,7 %	9,3 %	20,8 %	11,5%		
Akilles/ankel/ fot	8,5 %	9 %	4,9 %	4,9 %	6,4 %		18,1 %		15,3 %	12,5 %	18,1%		20,2 %
Bryst/mage					3,2 %								
Andre	3,2 %		11,1 %	3 %				3,7 %	0,9 %		6,0 %		
Akutt		44,3 % (underex : 17,6 %)		48,5%							43,1%		
Brudd				27,5 %		24,4 %			1,5%			8,9 %	
Dislokalisasjon				2,9 %									
Skrubbsår/blå- merke/ blemmer/rifter				9,8 %		9,3 %			0,9%			36,4 %	
Ruptur				1 %		1,2 %							
Forstuing				2 %		2,3 %		8 %	6,9%				
Overbelastning		55,7 % (underex 13,3 %)		51,5%							72,2%		
Tendinopati						26,7 %	9,4 % (akilles)	23,3 %	5,8%				
Muskelskader				13,7%								26,5 % (muskel og sene)	
Ligament												23,2 %	
Plantar faciitis						1,2 %	7,7 %	8,4 %	6,8%				
Stressfraktur								8,3 %	3,7%	8,3 %			
Kommentar	Underex			Overbela stning		Kun menn				Overbel astning	Kun menn	Overbela stning	

Tabell 3 viser en oversikt over skadene fordelt på anatomiske lokalisasjoner. Oppgitt i % av totalt antall skader.

4.0 Diskusjon

4.1 Mulige årsaker til ulike skadeforekomst

Hensikten med studien er å kartlegge skadeomfanget i triatlon sammenlignet med skadeomfanget i enkeltidrettene som inngår i triatlon: Svømming, sykling og løping. En overordnet framstilling av skadeomfanget i idrettene triatlon, svømming, sykling og løping er presentert i *tabell 2*. Blant enkeltstudiene ble det rapportert høyest skadeforekomst innen triatlon med 2,9 skader per utøver per år (O'Toole et al, 1989), og lavest i svømming med 0,1 (Matsuura et al, 2019). I tillegg var det variasjon innenfor samme idrett, både i skadeforekomst og -lokalisasjon. Det var rapportert størst forekomst av skader i underekstremiteten innen løping og triatlon, *fremstilt i tabell 4 på side 26*. I løping var det 31,1% kneskader av totalt antall skader (Jacobs og Berson, 1986) og 20,2% skader i akilles/ankel/fot i triatlon (O'Toole et al, 1989). Ryggskader var utbredt både i triatlon, svømming og sykling med en andel på 59,2% (O'Toole et al, 1989), 54,3% (Matsuura et al, 2019) og 45,7% (Clarsen et al, 2010) respektivt. Videre var det høyest andel skulderskader innen svømming fra 23,4% (Matsuura et al, 2019) til 46,4% (Almeida et al, 2015). Bruddskader var mest utbredt i sykling, fra 24,4% (Barrios et al, 1997) til 27,5% (De Bernardo et al, 2012).

O'Toole et al (1989) skilte seg ut fra de andre studiene på grunn av høy rapportert skadeforekomst på 2,9 skader per utøver per år. De tolv andre studiene presenterte en variasjon fra 0,1 til 1,6. O'Toole et al tilfredstilte kriteriene om å bli inkludert, men viste seg å være ganske annerledes fra de andre studiene. Deltakerne i studien deltok i «1986 Hawaii Ironman Triathlon World Championship», men forfatterne presiserte at kun 15% av deltakerne var profesjonelle triatleter og en andel på 50% hadde høyt utdannede yrker (f.eks. leger, advokater). Deltakerne kan derfor kanskje ikke kategoriseres som eliteutøvere. O'Toole et al benyttet ikke en konkret skadedefinisjon, og registrerte kun overbelastningsskader. Ettersom de tre andre studiene har mer like rapporterte forekomster, antar vi at disse studiene er mer representative. Med dette i betraktning kan det tenkes at den faktiske skadeforekomsten i triatlon varierer fra 0,2 til 0,8 skader per utøver per år. På grunn av uvisshet rundt skaderapporteringene hos O'Toole et al, velger vi å forholde oss til skadeforekomsten registrert av de tre andre studiene i triatlon videre i diskusjonen.

4.1.1 Skadedefinisjoner og -registrering

De store variasjonene i skadeforekomst per utøver per år kan skyldes ulike bruk av skadedefinisjoner. Hoffman og Krishnan (2014) har ikke presentert en spesifikk

skadedefinisjon, og Paajanen et al (2011) har kun definert kronisk lyskeskade. Dette kan bidra til at skaderegistreringene blir mer unøyaktig da det var opptil hver enkelt utøver å avgjøre hva som ble betegnet som skade. Dette kan medføre at utøverne innad i samme studie registrerte skader forskjellig på grunn av ulike oppfatninger (Burns et al, 2003). For at skader skulle bli registrert av Egermann et al (2003) måtte de være alvorlig nok til at utøvere var nødt til å avlyse trening eller konkurranse. Selv med en slik skadedefinisjon ble skrubbsår rapportert. Dette gjør det mer utydelig hva forfatterne klassifiserte som skade. Dersom O'Toole et al (1989) registrerte småskader, vil det muligens forklare den høye skadeforekomsten sammenlignet med Matsuura et al (2019), som rapporterte skader som begrenset svømmedeltagelse i minst en dag. Dette er viktig å ta i betraktning når en tolker data.

Dessuten kan skaderegistreringene være forskjellig i de ulike studiene. En skade kan ha blitt registrert flere ganger i enkelte studier, for eksempel en skade som oppsto på nytt på et senere tidspunkt i karrieren. Det kan da være vanskelig å avgjøre om det skal betegnes som én eller to skader. Det er mer sannsynlig at skaderegistreringen blir mer nøyaktig og valid dersom diagnostiseringen gjøres av medisinske eksperter enn av utøverne selv (Bahr og Holme, 2003). Ved diagnostisering av medisinske fagpersoner kan kriteriene for hva som kategoriseres som skade være strengere. For eksempel i studiene av Matsuura et al (2019) og Barrios et al (1997) ble skadene rapportert underveis av leger, og det kan delvis bidra til å forklare den lave skadeforekomsten på 0,1 og 0,3 skader per utøver per år. Utøverne som ble studert av De Bernando et al (2012) oppga skadehistorikken fra de siste 4 årene. For å sikre at de oppgitte skadene oppfylte kravene, avgjorde en kompetent fagperson hva som ble betraktet som skade. Collins et al (1989) sendte et spørreskjema til utøverne som de selv skulle besvare. Dette kan påvirke den registrerte skadeforekomsten fordi utøvere sannsynligvis ikke diagnostiserer skader på lik linje med medisinske fagpersoner.

4.1.2 Retrospektiv vs. Prospektiv metode

Når en gjennomgår data fra de ulike studiene, er det flere metodiske problemer en må ta i betraktning. De fleste studiene har brukt en *retrospektiv metode*. Det betyr at utøverne i etterkant oppgir skader fra en gitt periode, og i vår oppgave en tid på minimum 12 måneder. Ved retrospektiv metode oppstår for eksempel recall bias (Gabbe et al, 2003). Begrepet benyttes om systematiske feil, hvor deltakere oppgir unøyaktig eller ufullstendig rapportering fra fortiden. Recall bias kan dermed bidra til upresise eller til og med feil konklusjoner. En annen svakhet er at metoden er subjektiv (Hopkins, 1991, som referert i Borresen og

Lambert, 2009), og dette kan forklare individuelle forskjeller i rapportering av skader (Burns et al, 2003). En konsekvens kan være at skader blir under- eller overrapportert. Til sammen benyttet 11 av totalt 13 studier i vår oppgave retrospektiv metode, som kan ha bidratt til unøyaktige resultater.

Reliabiliteten synker dersom tiden mellom skade og rapporteringen øker, fordi metoden baseres på menneskelig hukommelse (Hopkins, 1991, som referert i Borresen og Lambert, 2009). Det skyldes at det er mer krevende å huske skader som oppsto lengre tilbake i tid. Evnen til å gjengi skadene nøyaktig avhenger også av type skade (Bahr og Holme, 2003) hvor det antakeligvis vil være lettere å huske de mer alvorlige skadene. Resultatene viser en gjennomgående trend der studier som har rapportert skader over en lenger periode har lavere skadeforekomst. Studier som oppga skader fra en 12 måneders periode registrerte forekomsten fra 0,6 til 1,6 skader per utøver per år. Studier med en tidsperiode på 4-5 år rapporterte fra 0,3 til 0,5, og studier med en periode på ca. 7 år har en variasjon fra 0,1 til 0,2. En av forklaringene på en slik avtagende tendens kan skyldes recall bias.

Studier som derimot benyttet en *prospektiv metode* kan rapportere en mer korrekt fremstilling av skadeomfanget enn retrospektive studier. Resultatene viser lavere skadeforekomst i de prospektive studiene (Matsuura et al, 2019; Barrios et al, 1997). Bruken av denne metoden vil kunne redusere recall bias, fordi skader rapporteres fortløpende i en gitt periode. Ifølge Dawson og Trapp (2011), vil prospektive studier dermed gi mer troverdige konklusjoner. Matsuura et al (2019) benyttet data fra Japan Institute of Sports Science. Instituttet registrerte skader blant landslagssvømmerne underveis. Ved innhenting av data på denne måten kan enkelte skaderegistreringer ha falt bort i oppsamlingen fordi flere ledd er involvert.

En annen faktor som kan spille inn på resultatene er tidsperioden studien har pågått. Fire av de 13 studiene ble publisert før år 2000, i tidsperioden 1986 til 1997. Forskning innen idrett har de siste årene økt og nye verdensrekorder settes stadig. Ofte er det små marginer som skiller utøverne på toppnivå, og det er derfor mange faktorer som er avgjørende for at utøverne skal lykkes. En avgjørende faktor er at utøvere holder seg skadefri. I tillegg vil forskning bidra til at trenere og støtteapparat utvider forståelse og kunnskap om hva som er avgjørende for prestasjon og skadeutvikling. Som et resultat av forskning har også teknologisk utvikling fått fremtredende betydning de senere årene, for eksempel utstyr og teknikk (de Koning, 2010), måleinstrument som pulsklokker, digitale verktøy og

dopingtesting. Teknologien bidrar til å skape forutsetninger for å kunne øke prestasjon og forebygge skader.

4.1.3 Isolerte data

Enkelte studier har registrert isolerte data fra én spesifikk gruppe eller undersøkt én type skade. Fra de 13 studiene er det en gjennomgående trend at flere menn deltok, og i studiene av Barrios et al (1997) og Vleck et al (2010) var kun menn inkludert. Skadeomfanget blir trolig mer representativt dersom studier undersøker begge kjønn. Paajanen et al (2010) rapporterte forekomsten av totalt antall skader hos svømmerne, men kun fordelingen av skader i underekstremitetene ble detaljert framstilt. Det er vist at de fleste skadene i svømming oppstår i øvre ekstremiteter (Hill et al, 2015). Det betyr at lokalisasjonen av de vanligste skadene ble utelukket av Pajaanen et al (2010). Tre studier rapporterte bare overbelastningsskader (Clarsen et al, 2010; Collins et al, 1989; O'Toole et al, 1989), uten å ta hensyn til akutte skader. Forskning viser som nevnt at akutte skader i ikke-kontaktidretter oppstår vanligvis som et resultat av fall eller kollisjoner. Det vil trolig medføre at flere potensielle skader ikke har blitt registrert. Til sammen kan disse variablene gjøre det vanskeligere å sammenligne studiene fordi de ikke får representert hele skadeomfanget.

4.1.4 Fremtidig forskning

Det vil være hensiktsmessig å etablere standardiserte metoder og felles definisjoner for rapportering av skader i fremtiden. Dette bidrar til at skadeomfanget i ulike idretter blir mer sammenlignbart, og en kan dermed kartlegge årsakssammenhenger og bakenforliggende mekanismer på en bedre måte. Videre vil dette være hensiktsmessig for å kunne utvikle tilstrekkelig oversikt over skadeforekomst og -lokalisasjon i en slik kombinert idrett sammenlignet med enkeltidrettene. En løsning kan være å anvende prospektiv metode i større grad i forskningen for å sikre en mer nøyaktig fremstilling. Samtidig vil trolig tett oppfølging av medisinsk personell være nyttig for å kategorisere skadene, og vil kunne bidra til å skape økt troverdighet i studiene.

Videre i diskusjonen skal vi se nærmere på hvordan idrettene i seg selv er risikofaktor for skade. Dette innebærer type belastning utøverne utsettes for og hvilke kroppsdeler som belastes mest. I tillegg vil vi se på betydningen av ytre faktorer som er knyttet til den spesifikke idretten, for eksempel temperatur, værforhold og bekledning.

4.1.5 Ulik belastning i ulike idretter

En forklaring til varierende skadeforekomst i de foretatte disiplinene kan være ulik belastning i idrettene. Overbelastningsskader forekommer oftest når utøverne har vært utsatt for

uhensiktsmessig belastning over en lengre periode. Idretter som innebærer repetitive bevegelser, sammen med stor treningsbelastning, kan føre til høyere skadeforekomst blant toppidrettsutøvere. Selv med gjennomsnittlig høy treningsbelastning vil utøvere skades forskjellig, både mellom idretter og innad i samme idrett. Som nevnt må utøvere finne balanse i treningen for å øke prestasjon, men samtidig forbli skadefri. Denne balansen mellom trening og restitusjon har individuelle variasjoner. Dette fordi utøvere responderer og tilpasser seg trening ulikt (Borresen og Lambert, 2009). Individuelle forskjeller i skadeutviklingen vil derfor forekomme blant utøvere.

Gjennomsnittlig trener de fleste toppidrettsutøvere omtrent 1000 timer i året (Saavedra, 2018). Triatleter konkurrerer innen tre idrettsgrener, men kan likevel ikke øke treningsmengden betydelig. Dette fordi økt treningsmengde vil gi mindre rom for restitusjon og det er begrenset hvor mye kroppen tåler (Borresen og Lambert, 2009). Derfor vil naturligvis triatletene trene mindre på hver idrettsgren i forhold til utøverne som spesialiserer seg på én av disiplinene: Svømming, sykling eller løping. På den måten vil triatletene kunne få mer variert trening fordi de må fordele treningstid på tre grener. Dette vil medføre mindre grad av ensidig belastning, som kan være til fordel knyttet opp mot prinsippet om treningsvariasjon. På den andre siden vil triatleter sannsynligvis prestere på lavere nivå i hver idrettsgren enn eliteutøverne i enkeltidrettene.

Som et resultat av spesifikk trening og kroppens tilpasninger vil teknikken kunne bedres (Foster, 1995; Borresen og Lambert, 2009). Utøverne som driver enkeltidretter vil som nevnt sannsynligvis bruke mer tid på sin idrettsgren, sammenlignet med tiden triatleter bruker på hver enkelt disiplin. Med dette som utgangspunkt kan en anta at utøverne i enkeltidrettene har bedre og mer finjustert teknikk. Riktig teknikk kan redusere skadefrekvensen på grunn av gunstig belastning og økt arbeidsøkonomi. Det betyr at utøverne kan bruke mindre krefter ved forflytning i en gitt avstand, og hver bevegelse vil skape mer framdrift. Utøvere kan trene på å forbedre en ideell, arbeidsøkonomisk teknikk som gir økt prestasjon, men som på lengre sikt kan resultere i flere skader. Videre kan det diskuteres om det finnes en optimal og generalisert teknikk som vil redusere skader. Utøverne har forskjellige anatomiske utgangspunkt og belastningene vil variere deretter. Teknikken bør dermed tilpasses den enkelte slik at den blir mer effektiv med tanke på prestasjon og skadeforebygging.

4.2 Svømming vs. triatlon

4.2.1 Skulderskader, treningstid og teknikk

Svømming er den første disiplinen som utføres i triatlon. Blant elitesvømmere var det registrert en skadeforekomst fra 0,1 til 1,4 skader per utøver per år, og i triatlon var det rapportert fra 0,2 til 0,8. Svømming innebærer repetitive armbevegelser (McMaster, 1996, som referert i Egermann, 2003), og i kombinasjonen med høy treningsbelastning kan dette ha sammenheng med høy andel skulderskader blant profesjonelle svømmere (23,4 - 46,5%), fremstilt i tabell 3. Studier viser at triatleter ofte aktivt bruker overkroppen så mye som mulig i forhold til beina når de svømmer i konkurransesammenheng (Bentley et al, 2002). Dette for å minske belastningen på beina, og dermed begrense muskeltrettheten før de resterende disiplinene, sykling og løping. Selv om triatleter benytter overkroppen mer enn underekstremitetene i svømmingen, er prevalensen av skulderskader lav (4%, Vleck et al, 2010; Collins et al, 1989).

En mulig forklaring kan være at triatleter prioriterer mindre treningstid rettet mot denne disiplinen, sammenlignet med elitesvømmere. En forklaring på dette kan være at svømming er den korteste distansen i triatlon. Derfor kan det tenkes at den høye skadeprevalensen hos profesjonelle svømmere kan skyldes mer ensidig trening sammenlignet med triatleter.

Elitesvømmere vil dermed utsettes for større mengde repetitive skulderbevegelser. På den andre siden påpeker Shaw et al (2004) at treningstiden brukt på svømming ikke var assosiert med skade, og deres funn støtter dermed ikke antagelsen om en sammenheng mellom økt mengde repetitiv skulderbevegelse og skade.

En annen forklaring på lav forekomst av skulderskader i triatlon sammenlignet med elitesvømmere, kan være ulik variasjon gjennom de ytre påvirkningene. Dette kan være faktorer som bølger og havstrømninger. Slike variabler trenger ikke innendørssvømmere å forholde seg til. På den ene siden kan bølgene i havet bidra til å skape variasjon i svømmingen hos triatleter, og dermed påvirke belastningen utøverne utsettes for. På den andre siden kan bølgene danne uforutsigbare situasjoner som kan utfordre teknikken. Videre kan teknikken hos triatleter påvirkes av strømninger i vannet. Motstrøm øker belastningen fordi ytre krefter bidrar til at utøverne må øke frekvens og/eller kraft i svømmetakene for å kunne opprettholde samme hastighet som i innendørs basseng. I motsetning kan medstrøm bidra til at en tilbakelegger en gitt distanse på kortere tid.

4.2.2 Temperatur og våtdrakt

Temperatur kan ha innvirkning på skadeforekomst. Melau et al (2019) fant at kroppstemperaturen blant triatleter sank i gjennomsnitt med 1,7 grader i løpet av de 30 første minuttene i vann med temperatur på 10 grader, selv med bruk av våtdrakt. Kaldt vann vil kunne påvirke blodsirkulasjonen og muskulaturen negativt, blant annet vil temperaturen i de distale ekstremitetene synke. Dette kan begrense utøvernes ytelse, og avkjølte muskler reduserer evnen til å utvikle kraft (Doubt, 1991). For å hindre dette benytter de fleste triatleter våtdrakt. Våtdrakten bidrar til at utøverne i større grad opprettholder varmen og motvirker dermed hypotermi (Trappe et al, 1995). I tillegg til å hindre temperaturfall vil våtdrakten øke oppdrift og reduserer friksjonen i vannet. Utøverne trenger dermed ikke bruke like mye krefter på å holde seg flytende, og dette vil ha innvirkning på teknikken. Det vil resultere i at utøverne kan svømme raskere (Olbrecht, 2011). På den andre siden kan våtdrakten medføre redusert evne til å oppnå optimalt bevegelsesutslag på grunn av draktens utforming og materiale (Zacca, 2021), og dette vil påvirke muskelaktivitet rundt skuldrene (Agnelli og Mercer, 2018). Agnelli og Mercer fant at dette kan forårsake at teknikken blant triatleter begrenses, og belastningen vil endres deretter.

4.2.3 Andre faktorer

Andre faktorer som kan påvirke risikoen for skade er aktivitet på bassengkant, fraspark ved start og vendinger. Elitesvømmere trener og konkurrerer i inndelte baner i innendørs basseng. Akutte skader blant svømmere er sjeldne, men kan forkomme på bassengkant eller ved stuping fra startblokkene som et resultat av fall. En annen skademekanisme kan være vendingene som utføres i bassenget da frasparket gir belastning på hofte, knær og ankler. Denne type påvirkning har derimot ikke triatleter som utfører sin svømmeetappe utendørs. En annen forskjell er at elitesvømmere følger egen bane, og trenger dermed ikke å forholde seg til andre utøvere. I motsetning svømmer triatleter på åpent hav eller i innsjø uten inndelinger slik at kollisjoner lettere kan oppstå.

4.2.4 Kneskader

Ett av funnene våre er at triatleter har en høyere relativ andel kneskader sammenlignet med svømmere (10,6-16% vs. 21,6-29,2%). Hefzollasan et al (2014) viser at repetitive benspark i brystsvømming, hvor kneet gjentatte ganger får nokså store bevegelsesutslag, kan være mulig årsak til overbelastningsskader og smerter på kneets innside hos svømmere. Pollard et al (2008) fant at det forekommer en mekanisk ubalanse i kneet som kan ha oppstått som resultat av langvarig brysttrening. Vizsolyi et al (1987) og Sulberg et al. (1980) beskriver ytterligere at beinsparkene som benyttes i brystsvømming påfører beinrotasjon i kneleddet hos

svømmerne. Dette kan påføre maksimalt trykk på kneleddet og kan være noe av forklaringen til knesmerter blant brystsvømmere (Omololu et al, 2009). I motsetning benytter triatleter freestyle som svømmestil, og brystsvømming blir dermed nedprioritert da den ikke er like effektiv som crawl. Dette kan delvis forklare andelen kneskader hos elitesvømmere, men som nevnt benytter triatleter annen teknikk. Dermed vil det være andre faktorer som forårsaker kneskader i triatlon.

Dobbel forekomst av kneskader blant triatleter sammenlignet med elitesvømmere, kan skyldes at triatleter i tillegg til svømming konkurrerer i to andre disipliner. Svømming er en ikke-vektbærende idrett som gir lavere belastning på underekstremiteten enn de andre idrettsgrenene som presenteres. Dette utdypes senere i diskusjonen.

4.3 Sykling vs. triatlon

Skadeforekomsten i sykling varierte fra 0,3 til 0,9 skader per utøver per år, mens i triatlon var det rapportert en forekomst fra 0,2 til 0,8. Det ble registrert en varierende andel ryggskader i begge disiplinene, fra 8,1 til 45,7 % i sykling og fra 4,2 til 59,2 % i triatlon av totalt antall skader. Det var rapportert høyest andel akutte bruddskader i sykling sammenlignet med de andre idrettene, og i triatlon var det registrert en andel på 8,9 %.

4.3.1 Sykkelstilling som skadefremkallende

Syklister opprettholder samme stilling over tid, men med repetitive bevegelser i underekstremitetene. Dette kan bidra til skadeutvikling over tid. Dersom setet er for lavt vil bevegelsesutslaget i hofta reduseres. Dette vil medføre lavere kapasitet til å utvikle gluteal kraft, og økt knefleksjon som skaper større kompresjonskraft i patellofemoralledet (Brown et al, 1996). På den andre siden kan høyt sykkelsete redusere kraften som går vertikalt ned til pedalene, fordi kroppen må i en større grad beveges fra side til side. En følge av dette er mindre stabilitet, som videre kan øke risikoen for fall. En annen konsekvens er hyperekstensjon i knærne som på lengre sikt kan føre til overbelastningsskader (Brown et al, 1996).

I sykling utsettes kneet for vekselvis fleksjon og ekstensjon, som etter hvert kan resultere i belastningsskader. Kneskader representerte en relativt stor andel av totalen innen sykling med en variasjon fra 13,7% (De Bernardo et al, 2012) til 23,4% (Clarsen et al, 2010). En forklaring kan være kreftene som virker på kneleddet, som et resultat av for eksempel ugunstig teknikk. En slik belastning over lengre tid kan øke sannsynlighet for skader. Blant triatletene varierte skadeomfanget fra 21,6% til 29,2% kneskader av totalt antall skader. Som

nevnt tidligere kan den høye forekomsten av kneskader i triatlon komme av stor totalbelastning ettersom triatleter konkurrerer innen tre disipliner.

Det er vist at triatleter og syklister har noe ulike sittestillinger på sykkelen, og dette kan forklares ut ifra reglement og utstyr. I landeveissykling med fellesstart er det forbudt å bruke sykler som er konstruert med aerobarer i de fleste distanser. Dette er derimot tillatt i triatlon og i temporitt. Temporitt er landeveissykling med individuell start, vanligvis i distanse 20-30 km for kvinner og 40-50 km for menn (UCI, 2021). Aerobarer er to forlengere på sykkelstyret som bidrar til at utøvernes armer blir plassert innenfor hofte- og overkroppslinjen. Som følge av dette blir stillingen mer fremoverlent. I denne posisjonen minskes overflaten i vertikalt plan og syklisten får redusert luftmotstand (Barry et al, 2015), slik at utøveren kan oppnå større hastighet. En slik foroverlent stilling krever imidlertid økt ekstensjon av nakken for å holde blikket vendt fremover i forhold til en mer oppreist sittestilling. En konsekvens av stillingen er overbelastningsskader som relateres til nakke og rygg (Mellion, 1994; Gregor, 1994). Studiene som kun rapporterte overbelastningsskader viste en andel på 59,2% ryggskader i triatlon (O'Toole et al, 1989) og 45,7% i sykling (Clarsen et al, 2010). Med andre ord er det flere overbelastningsrelaterte ryggskader i triatlon enn i sykling, og noe av dette kan forklares av de små forskjellene i sittestillingene.

4.3.2 Drageffekt

Syklister har muligheter til å ligge på hjul som vil være energisparende over tid. Begrepet beskriver en posisjonering hvor en sykler tett bak utøveren foran seg. Det koster mer krefter å ligge fremst i feltet, og luftmotstanden vil reduseres opptil 49% hos utøverne som ligger i le bak (Barry et al, 2014). Utøverne kan dermed skifte på hvem som ligger foran i feltet, og taktikken fungerer derfor energisparende. Som følge av dette vil hastigheten øke. En konsekvens av at utøverne ligger tett i feltet er økt risiko for fall og kollisjoner. Denne effekten har også blitt benyttet av elitetrialetter i standard - og sprint distanse siden regelen kom i 1990. Både syklister og triatleter som konkurrerer i disse distansene vil på grunn av denne taktikken trolig ha økt fare for akutte skader. Barry et al (2015) beskriver derimot hvordan triatleter i noen distanser ikke har lov til å benytte drageffekten, blant annet i halv-Ironman og Ironman. Fra de inkluderte studiene er datamaterialet stort sett innhentet fra utøvere i Ironman-distanse. Dette tilsier at de inkluderte utøverne i triatlon i hovedsak ikke har fordel av effekten av å ligge på hjul, og risikoen for akutte skader kan være mindre.

4.3.3 Fallfare

Som nevnt er fallfare en risikofaktor for akutte skader i sykling og triatlon. I et sykkelritt starter alle deltakerne samtidig i én stor pulje. En konsekvens av fellesstart er økt risiko for fall og kollisjon, som er de vanligste årsakene for akutte skader i ikke-kontakt idretter. Noen andre risikofaktorer er høy fart, ulendt terreng og trange passasjerer. En av de typiske skadene som kan oppstå er brudd. Innen sykling ble det rapportert en andel bruddskader fra 24,4% (Barrios et al, 1997) til 27,5% (De Bernardo et al, 2012) av totalt antall skader. I triatlon var Egermann et al (2003) den eneste av studiene som rapporterte bruddskader, med en andel på 8,9%. Konkurransestilen for både syklister og triatleter innebærer fellesstart, men i triatlon er den første disiplinen svømming. Det betyr at det vil være større strekk i feltet når de starter på syklingen. Spriket i triatlon vil trolig bidra til færre kollisjoner da avstanden mellom utøverne er større. På den andre siden vil muligens triatleter ha økt skaderisiko på grunn av muskeltretthet som følge av svømmeetappen. På den måten kan utøverne ha mer vanskeligheter for å opprettholde en optimal og energiøkonomisk teknikk, og det kan bidra til å øke fallfaren.

4.4 Løping vs. triatlon

I løping var det registrert en skadeforekomst fra 0,6 til 1,6 skader per utøver per år, mens i triatlon var det rapportert fra 0,2 til 0,8. I begge idrettene var det høyest andel skader i underkstremitetene av totalt antall skader.

4.4.1 Vektbærende idrett med mekaniske krefter

Løping består av repetitive bevegelser med vekselvis fleksjon og ekstensjon i hofte og knær, og dorsal- og plantarfleksjon i ankelleddet. Løping er en vektbærende idrett, i motsetning til svømming og sykling. Burns et al (2003) trekker frem at løpingen anses å være den mest belastende disiplinen i triatlon, og involverer krefter fra 2 til 5 ganger kroppsvekten. I løping er belastningen hovedsakelig rettet mot underkstremiteten, hvor det virker mekaniske krefter på både muskler og ledd i hvert løpesteg (Hauswirth et al, 1997, som referert i McHardy et al, 2006). Ettersom løping anses å være den mest belastende disiplinen (Burns et al, 2003) kan det tenkes at de fleste skadene i triatlon også er løpsrelatert, noe som støttes fra tidligere forskning (McHardy et al, 2006). Resultatene våre støtter også dette ved at utøverne i både triatlon og løping registrerte flest skader i underkstremitetene.

4.4.2 Løping som forutsigbar idrett

Selv om mange av skadene i triatlon kan tenkes å være løpsrelatert, er løping en forutsigbar idrett. Det betyr at det sannsynligvis ikke oppstår mange uforutsigbare situasjoner, og dette

kan ha sammenheng med antall akutte skader. Vleck et al (2010) støtter denne påstanden og rapporterte at 72,2 % av triatletene i studien har vært utsatt for en overbelastningsskade i løpet av de siste 5 årene, *se tabell 3 side 15*.

4.4.3 Skader i underekstremitetene

Skadeforekomsten i underekstremitetene er nokså lik innen triatlon og løping, *fremstilt i tabell 4*. Det kan derfor være vanskelig å avgjøre om skadene i underekstremitetene skyldes løpingen eller den totale belastningen triatletene utsettes for. Som nevnt tidligere er skadeforekomsten i kneleddet nokså høy i alle idrettene, både i enkeltdisiplinene og i triatlon. På grunn av dette, er det trolig ikke bare løpingen i triatlon som bidrar til den høye andelen skader i underekstremiteten blant triatleter.

Triatletene prioriterer mer treningstid rettet mot sykling og løping (Egermann et al, 2003), og en mulig forklaring kan være at disse disiplinene tar større del i konkurransesammenheng enn svømming. Både sykling og løping er belastende for underekstremiteten, og sammen med høy treningsbelastning vil dette kunne resultere i skade. Som nevnt skyldes skader i underekstremitetene blant syklistene ofte overbelastningsskader som et resultat av repetitive bevegelser (Brown et al, 1996), og i løping utsettes underekstremiteten for høye mekaniske krefter (Hauswirth et al, 1997, som referert i McHardy et al, 2006). Dette gjenspeiles i resultatene (*tabell 3*), med høy skadeforekomst i underekstremiteten blant triatleter. Med andre ord kan risikoen for skade i underekstremiteten blant triatleter skyldes en total belastning fra disipliner som belaster underekstremiteten.

Flere av studiene rapporterte isolerte data av tendinopati, muskelskader, stressfraktur og plantar faciitis (*tabell 4*). Disse skadene vil sannsynligvis være relatert til underekstremiteten blant løperne, men de registrerte dataene er ikke fordelt på lokalisasjonene. Som følge av dette vil trolig den rapporterte skadeandelen i underekstremitetene være større hos løperne dersom disse var inkludert i lokalisasjonene. Dette kan bety at skadene i triatlon og løping er mer ulike enn hva skadelokalisasjonene viser i resultatene.

4.4.4 Muskel tretthet og skader

Triatletene vil sannsynligvis påvirkes av at de har gjennomført to tidligere disipliner. En av følgene er økt muskel tretthet. Det vil kunne endre utøvernes løpsteknikk, blant annet gjennom økt fleksjon i trunkus og redusert bevegelsesutslag i løpssteget

Tabell 4

	Løping	Triatlon
Hofte/iliotibialbånd	10 - 18,1 %	16,7 %
Lår	7,5 - 10 %	15,8 %
Kne	15,3 - 31,1 %	21,6 - 29,2 %
Legg	7,7 - 23,8 %	11,5 - 20,8 %
Akilles/ankel/fot	15,3 - 18,1 %	12,5 - 20,2 %
Tendinopati	5,8 - 23,3 %	-
Muskelskader	-	26,5 %
Stressfraktur	3,7 - 8,3 %	8,3 %
Plantar faciitis	6,8 - 8,4 %	-

Tabell 4 viser skader i underekstremiteten blant løpere og triatleter. Hentet fra tabell 3.

(Hauswirth, 1997, som referert i McHardy, 2006). Hauswirth et al (1997) forklarer at dette kan medføre kortere løpssteg og redusert fart. I tillegg beskriver forfatteren at utøveren kan oppleve en subjektiv følelse av et tyngre løp. Videre kan en uhensiktsmessig teknikk medføre uheldig belastning og dermed legge grunnlag for skadeutbredelse. En annen konsekvens av økt muskeltretthet kan være økt risiko for overtråkk eller fallfare, som kan resultere i akutte skader.

4.4.5 Alder som skaderisiko

I følge Maffulli et al (2010) påvirkes skaderisiko av alder. Våre resultater viser høyest gjennomsnittsalder blant utøverne i løping og triatlon, der alderen varierer fra 28 til 45,6 år. Innen svømming og sykling er aldersspennet fra 18,5 til 30 år. Selv om gjennomsnittlig alder er forskjellig i de ulike idrettene, er de registrerte skadeforekomstene nokså likt, med forbehold om noen enkeltstudier som registrerer en desidert høyere eller lavere forekomst sammenlignet med de andre studiene. Med dette i betraktning kan våre funn tyde på at alder ikke påvirker skaderisikoen noe særlig, og det har dermed ikke en avgjørende betydning for skadeforekomst blant utøverne i disse disiplinene.

5.0 Konklusjon

Studiene i triatlon rapporterte en skadeforekomst fra 0,2 til 0,8 skader per utøver per år, med unntak av én studie som rapporterte 2,9. Elitesvømmere registrerte en variasjon fra 0,1 til 1,4, syklister rapporterte en forekomst fra 0,3 til 0,9 og i løping ble det registrert fra 0,6 til 1,6 skader per utøver per år. Resultatene våre viser nokså jevn skadeforekomst i de studerte idrettene. Likevel er det registrert noe flere skader per utøver per år i løping, og noe færre i triatlon, sett bort fra studien som rapporterte desidert høyere skadeforekomst. Det var registrert flest skader i underekstremiteten blant utøverne i løping og triatlon, og funnet antyder at løpere kan ha større risiko for skade enn utøvere i de andre idrettene. Selv om både løpere og triatleter utsettes for løping, er det registrert høyest skadeforekomst blant eliteløperne. Med andre ord kan dette funnet støtte tanken om at treningsvariasjon virker skadeforebyggende.

Sammenligning av skaderapporteringen og den faktiske forekomsten kan være utfordrende da flere av studiene benyttet ulike skadedefinisjoner og metoder. Resultatene viser en gjennomgående trend der utøvere som måtte huske skader fra en lengre periode har lavere skadeforekomst. Dette kan skyldes at de fleste studiene har benyttet en retrospektiv metode, som baseres på menneskelig hukommelse. En konsekvens av dette kan være at skader enten ble under- eller overrapportert. Feilrapportering kan da oppstå og bidra til unøyaktige eller til og med feil konklusjoner. På grunn av dette er det vanskelig å sammenligne resultatene i studiene, og det vil være problematisk å fastslå om det faktisk er forskjeller i skadeforekomst mellom idrettene.

I fremtiden er mer forskning med standardiserte metoder nødvendig. Dette bidrar til at skadeomfanget i ulike idretter blir mer sammenlignbare, og en kan dermed kartlegge årsakssammenhenger og bakenforliggende mekanismer på en bedre måte. Med denne kunnskapen kan en i større grad undersøke betydningen av treningsvariasjon og vurdere mer nøyaktig hvilken innflytelse dette har på skadeutvikling blant toppidrettsutøvere.

Referanser

- Agnelli, C., & Mercer, J. A. (2018). Muscle Activity during Dryland Swimming while Wearing a Triathlon Wetsuit. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 6(1), 7-11.
- Ahmetov, I. I., & Rogozkin, V. A. (2009). Genes, athlete status and training—An overview. *Genetics and sports*, 54, 43-71
- Aicale, R., Tarantino, D., & Maffulli, N. (2018). Overuse injuries in sport: a comprehensive overview. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 13(1), 1-11.
- Almeida, M. O., Hespanhol, L. C., & Lopes, A. D. (2015). Prevalence of musculoskeletal pain among swimmers in an elite national tournament. *International journal of sports physical therapy*, 10(7), 1026.
- Alver, K., Hesselberg, Ø., & Lyshol, H. S. M. (2009). Sosioøkonomiske forskjeller i ulykkesskader. En oppsummering av nordisk litteratur.
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *British journal of sports medicine*, 37(5), 384-392.
- Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 39(6), 324-329.
- Barrios, C., Sala, D., Terrados, N., & Valentí, J. R. (1997). Traumatic and overuse injuries in elite professional cyclists. *Sports Exercise and Injury*, 3(4), 176-179.
- Barry, N., Burton, D., Sheridan, J., Thompson, M., & Brown, N. A. (2015). Aerodynamic performance and riding posture in road cycling and triathlon. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 229(1), 28-38.
- Barry, N., Sheridan, J., Burton, D., & Brown, N. A. (2014). The effect of spatial position on the aerodynamic interactions between cyclists. *Procedia Engineering*, 72, 774-779.
- Bell, D. R., Post, E. G., Biese, K., Bay, C., & McLeod, T. V. (2018). Sport specialization and risk of overuse injuries: a systematic review with meta-analysis. *Pediatrics*, 142(3).
- Bentley, D. J., Millet, G. P., Vleck, V. E., & McNaughton, L. R. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon. *Sports Medicine*, 32(6), 345-359.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports medicine*, 39(9), 779-795.
- Brooks, G. A., Fahey, T. D., White, T. P., & Baldwin, K. M. (1985). *Exercise Physiology—Human Biogenetics and its Applications*.
- Heck, A. L., Barroso, C. S., Callie, M. E., & Bray, M. S. (2004). Gene–nutrition interaction in human performance and exercise response. *Nutrition*, 20(7-8), 598-602.
- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports. *Sports medicine*, 12(3), 161-183.
- Brown, D. A., Kautz, S. A., & Dairaghi, C. A. (1996). Muscle activity patterns altered during pedaling at different body orientations. *Journal of biomechanics*, 29(10), 1349-1356.
- Burns, J., Keenan, A. M., & Redmond, A. C. (2003). Factors associated with triathlon-related overuse injuries. *Journal of orthopaedic & Sports physical therapy*, 33(4), 177-184
- Burt, C. W., & Overpeck, M. D. (2001). Emergency visits for sports-related injuries. *Annals of emergency medicine*, 37(3), 301-308.

- Bijur PE, Trumble A, Harel Y, et al. (1995) Sports and recreation injuries in US children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*;149:1009-1016.
- Clarsen, B., Krosshaug, T., & Bahr, R. (2010). Overuse injuries in professional road cyclists. *The American journal of sports medicine*, 38(12), 2494-2501.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract?. *The Journal of physiology*, 595(9), 2883-2896.
- Collins, K., Wagner, M., Peterson, K., & Storey, M. (1989). Overuse injuries in triathletes: a study of the 1986 Seafair Triathlon. *The American journal of sports medicine*, 17(5), 675-680
- Levy, C. M., Kolin, E., & Berson, B. L. (1986). Cross training: risk or benefit? An evaluation of injuries in four athlete populations. In *Sports Med Clin Forum* (Vol. 3, No. 1, pp. 1-8).
- Dane, Ş., Can, S., Gürsoy, R., & Ezirmik, N. (2004). Sport injuries: relations to sex, sport, injured body region. *Perceptual and motor skills*, 98(2), 519-524
- De Bernardo, N., Barrios, C., Vera, P., Laíz, C., & Hadala, M. (2012). Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists. *Journal of sports sciences*, 30(10), 1047-1053.
- de Koning, J. J. (2010). World records: how much athlete? How much technology?. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(2), 262-267
- Derman, E. W. (2005). Common injuries in cycling: Prevention, diagnosis and management. *South African Family Practice*, 47(7), 14-19.
- Doubt, T. J. (1991). Physiology of exercise in the cold. *Sports Medicine*, 11(6), 367-381.
- Eckard, T. G., Padua, D. A., Hearn, D. W., Pexa, B. S., & Frank, B. S. (2018). The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. *Sports medicine*, 48(8), 1929-1961.
- Egermann, M., Brocai, D., Lill, C. A., & Schmitt, H. (2003). Analysis of injuries in long-distance triathletes. *International journal of sports medicine*, 24(04), 271-276
- Tanaka, H. (1994). Effects of cross-training. *Sports Medicine*, 18(5), 330-339.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin medical journal*, 95(6), 370-374.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrager, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 70(4), 367-372.
- Gabbe, B. J., Finch, C. F., Bennell, K. L., & Wajswelner, H. (2003). How valid is a self reported 12 month sports injury history?. *British journal of sports medicine*, 37(6), 545-547.
- Gissane, C., White, J., Kerr, K., & Jennings, D. (2001). An operational model to investigate contact sports injuries. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 1999-2003.
- Lysens, R. J., De Weerd, W., & Nieuwboer, A. (1991). Factors associated with injury proneness. *Sports medicine*, 12(5), 281-289.
- Taimela, S., Kujala, U. M., & Osterman, K. (1990). Intrinsic risk factors and athletic injuries. *Sports Medicine*, 9(4), 205-215.
- Godfrey, R. J. (1998). Cross-training. *Sports Exercise and Injury*, 4, 50-55.
- Gregor, R. J., & Wheeler, J. B. (1994). Biomechanical factors associated with shoe/pedal interfaces. *Sports Medicine*, 17(2), 117-131.

- Hefzollesan, M., Tofighi, A., Qaraghanlou, B. J., & Ghalehgir, S. (2014). The relationship of breaststroke training on knee pain and Q angle of breaststroke and crawl swimmers. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 2(3).
- Hill, L., Collins, M., & Posthumus, M. (2015). Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: a critical systematic review. *The Physician and sportsmedicine*, 43(4), 412-420.
- Hoffman, M. D., & Fogard, K. (2011). Factors related to successful completion of a 161-km ultramarathon. *International journal of sports physiology and performance*, 6(1), 25-37.
- Hoffman, M. D., & Krishnan, E. (2014). Health and exercise-related medical issues among 1,212 ultramarathon runners: baseline findings from the Ultrarunners Longitudinal TRacking (ULTRA) Study. *PloS one*, 9(1), e83867.
- Jacobs, S. J., & Berson, B. L. (1986). Injuries to runners: a study of entrants to a 10,000 meter race. *The American journal of sports medicine*, 14(2), 151-155.
- Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of Sport and Health Science*.
- Kannus, P. (1997). Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 7(2), 78-85.
- Archambault, J. M., Wiley, J. P., & Bray, R. C. (1995). Exercise loading of tendons and the development of overuse injuries. *Sports Medicine*, 20(2), 77-89.
- Hess, G. P., Cappiello, W. L., Poole, R. M., & Hunter, S. C. (1989). Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Medicine*, 8(6), 371-384.
- Korkia, P. K., Tunstall-Pedoe, D. S., & Maffulli, N. (1994). An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. *British journal of sports medicine*, 28(3), 191-196
- Kraemer, W. J., Duncan, N. D., & Volek, J. S. (1998). Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 28(2), 110-119.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Antti-Poika, I., Orava, S., Tuominen, R., & Myllynen, P. (1995). Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *Bmj*, 311(7018), 1465-1468.
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulis, N., Caine, D., & Denaro, V. (2011). Sport injuries: a review of outcomes. *British medical bulletin*, 97(1), 47-80.
- Matsuura, Y., Hangai, M., Koizumi, K., Ueno, K., Hirai, N., Akuzawa, H., & Kaneoka, K. (2019). Injury trend analysis in the Japan national swim team from 2002 to 2016: effect of the lumbar injury prevention project. *BMJ open sport & exercise medicine*, 5(1), e000615.
- Mellion, M. B. (1994). Neck and back pain in bicycling. *Clinics in sports medicine*, 13(1), 137-164.
- McHardy, A., Pollard, H., & Fernandez, M. (2006). Triathlon injuries: A review of the literature and discussion of potential injury mechanisms. *Clinical Chiropractic*, 9(3), 129-138.
- Dawson B, Trapp RG (2001). Basic and clinical biostatistics. 3rd ed. New York: McGraw Hill Companies Edition. p. 304
- Hausswirth, C., Bigard, A. X., & Guezennec, C. Y. (1997). Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *International journal of sports medicine*, 18(05), 330-339.
- McIntosh, A. S. (2005). Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. *British journal of sports medicine*, 39(1), 2-3.

- McMaster, W. C. (1996). Swimming injuries. *Sports medicine*, 22(5), 332-336.
- Melau, J., Mathiassen, M., Stensrud, T., Tipton, M., & Hisdal, J. (2019). Core temperature in triathletes during swimming with wetsuit in 10 C cold water. *Sports*, 7(6), 130.
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports medicine*, 44(3), 319-330.
- Olbrecht, J. (2011). Triathlon: swimming for winning. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(2), 233-246
- Omololu, B. B., Ogunlade, O. S., & Gopaldasani, V. K. (2009). Normal Q-angle in an adult Nigerian population. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 467(8), 2073-2076.
- O'Toole, M. L., Hiller, W. D. B., Smith, R. A., & Sisk, T. D. (1989). Overuse injuries in ultraendurance triathletes. *The American journal of sports medicine*, 17(4), 514-518
- Paajanen, H., Ristolainen, L., Turunen, H., & Kujala, U. M. (2011). Prevalence and etiological factors of sport-related groin injuries in top-level soccer compared to non-contact sports. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 131(2), 261-266.
- Pollard, H., Ward, G., Hoskins, W., & Hardy, K. (2008). The effect of a manual therapy knee protocol on osteoarthritic knee pain: a randomised controlled trial. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 52(4), 229.
- Rusko, H., Havu, M., & Karvinen, E. (1978). Aerobic performance capacity in athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 38(2), 151-159.
- Saavedra, J. M. (2018). Comparison of training volumes in different elite sportspersons according to sex, age, and sport practised.
- Shaw, T., Howat, P., Trainor, M., & Maycock, B. (2004). Training patterns and sports injuries in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4), 446-450.
- Stulberg, S. D., Shulman, K., Stuart, S., & Culp, P. (1980). Breaststroker's knee: pathology, etiology, and treatment. *The American journal of sports medicine*, 8(3), 164-171.
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., & Kimsey Jr, C. D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 371-378.
- Trappe, T. A., Starling, R. D., Jozsi, A. C., Goodpaster, B. H., Trappe, S. W., Nomura, T. E. R. U. O., ... & Costill, D. L. (1995). Thermal responses to swimming in three water temperatures: influence of a wet suit. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(7), 1014-1021.
- Union Cycliste Internationale (UCI), (2021). Sport overview, road cycling.
- Vizsolyi, P., Taunton, J., Robertson, G., Filsinger, L., Shannon, H. S., Whittingham, D., & Gleave, M. (1987). Breaststroker's knee: an analysis of epidemiological and biomechanical factors. *The American journal of sports medicine*, 15(1), 63-71.
- Vleck, V. E., Bentley, D. J., Millet, G. P., & Cochrane, T. (2010). Triathlon event distance specialization: training and injury effects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 30-36.
- World Athletics (2021). Our sport.
- Zacca, R., Mezêncio, B., de Souza Castro, F. A., Nakamura, F. Y., Pyne, D. B., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2021). Case study: Comparison of swimsuits and wetsuits through biomechanics and energetics in elite female open water swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(aop), 1-7.