

Campus Elverum
Avdeling for helse- og idrettsfag

Kandidatnummer 11

Bacheloroppgave

Armtakets påvirkning på hastighet

Armstroke impact on velocity

Bachelor i idrett – spesialisering i trenerrollen 2014-2017

2017

Sammendrag

Tittel:

Norsk tittel: Armtakets påvirkning på hastighet

English title: Armstroke impact on velocity

Problemstilling: Hvordan påvirker syklusvei og frekvens på armtaket, hastigheten i crawl svømming?

Teori: Idretten svømming og crawlsvømming. Mekaniske prinsipper som spiller inn, armtakets påvirkning og uttrykk som syklus, frekvens og hastighet og deres formler, og antropometriske mål.

Metode: Allment litteraturstudie, redegjørelse for metodiske begreper og min søkeprosess.

Resultat: Syklusvei og frekvens har en påvirkning på hastighet i crawlsvømming. Det er flere faktorer som spiller inn hos unge svømmere, slik som antropometriske og morfologiske mål.

Diskusjon: Resultatene fra mine forskningsartikler blir brukt til å diskutere hvorvidt de henger sammen med min teori og hvordan utøverens kroppslige mål må bli sett i sammenheng med syklusvei og frekvens for å oppnå høyest mulig hastighet.

Konklusjon: Syklusvei og frekvens påvirker hastigheten i crawlsvømming med god tilrettelegging og individualisering av teknikk.

Innhold

SAMMENDRAG	2
INNHold	3
1. INNLEDNING	5
1.1 PROBLEMOMRÅDET	5
1.2 BAKGRUNN FOR VALG AV PROBLEMOMRÅDET	5
1.3 PROBLEMSTILLING	5
1.4 NÆRMERE OM PROBLEMSTILLINGEN	5
2. TEORI	7
2.1 IDRETTE SVØMMING	7
2.2 CRAWLSVØMMING	7
2.3 MEKANISKE PRINSIPPER	8
2.3.1 <i>Motstand</i>	9
2.3.2 <i>Oppdrift</i>	10
2.4 ARMTAKETS PÅVIRKNING	11
2.5 SYKLUSEN TIL ARMTAKET, HVORDAN MÅLES DET?	11
2.6 FREKVENSEN PÅ ARMTAKET, HVORDAN MÅLES DET?	11
2.7 SVØMMEHASTIGHETEN, HVORDAN MÅLES DET?	12
2.8 ANTROPOMETRISKE MÅL	12
3. METODE	13
3.1 HVA ER METODE	13
3.2 HVILKEN METODE ER VALGT	13
3.3 METODEKRITIKK	14
3.4 INKLUSJONS- OG EKSKLUSJONSKRITERIER	15

3.5	SØKEPROSESSEN	15
3.6	VALIDITET OG RELIABILITET	16
3.7	UTVALG AV DATA.....	17
4.	RESULTATER	19
4.1	ARTIKKEL 1	19
4.2	ARTIKKEL 2	20
4.3	ARTIKKEL 3	20
4.4	ARTIKKEL 4	21
4.5	ARTIKKEL 5	22
4.6	ARTIKKEL 6	22
5.	DISKUSJON	24
5.1	ANTROPOMETRISKE MÅL	24
5.2	ALDER, KJØNN, DISTANSE.....	24
5.3	SYKLUSVEI, FREKVENNS OG HASTIGHET	25
6.	KONKLUSJON	28
	LITTERATURLISTE	29

1. Innledning

I innledningen skal jeg gjøre rede for problemområdet for min problemstilling og bakgrunnen for hvordan jeg kom frem til mitt problemområdet og problemstilling.

1.1 Problemområdet

Jeg har i min oppgave valgt å se på syklusveien og frekvensen til armtaket, og dens påvirkning for hastigheten i crawlsvømming. Om det er fordeler og ulemper ved hastigheten i korte distanser i crawlsvømming, ved bruk av armtak. Hvordan kan lengden på armtak og antall armtak, ha noe å si for hastigheten i crawlsvømming. Og eventuelt si noe om hvilke fordeler og ulemper en persons kroppsbygning kan ha å si innen dette temaet.

1.2 Bakgrunn for valg av problemområdet

I min hverdag som svømmetrener for utøvere i alderen 11-16 år er det viktig å vite hva som er avgjørende for en utøver for å oppnå høyest mulig hastighet. For å oppnå dette trenger jeg som trener å kunne noe om idretten, biomekanikk og hvordan teknikken kan bedres. Bakgrunnen for valget av mitt problemområde ligger i hvordan unge svømmere kan bruke sine kroppslige mål for å optimalisere syklusvei og frekvens for å øke hastigheten i crawlsvømming.

Det er også ønskelig at andre trenere på andre nivåer kan ha nytte av dette i sin hverdag når de trener utøvere i samme alder, for å optimalisere deres svømmehastighet i crawl.

1.3 Problemstilling

Hvordan påvirker syklusvei og frekvens på armtaket, hastigheten i crawlsvømming?

1.4 Nærmere om problemstillingen

Formålet med denne studien er å se nærmere på armtakets påvirkning av hastighet. Hvor stor påvirkning har syklusvei og frekvens å si på crawlhastigheten og hvordan påvirker svømmeres kroppslige egenskaper syklusvei, frekvens og hastighet. Hvordan kan utøvere bruke deres kroppslige egenskaper til å optimalisere syklusveien og frekvensen sin for å prestere best mulig på korte distanser i crawlsvømming. For å svare på problemstillingen vil jeg i

teorikapittelet ta for meg de forskjellige elementene som har noe å si for svømmehastigheten. Deretter vil jeg se på forskning som er gjort på syklusvei, frekvens og hastighet, og diskutere dette opp mot teorien for å finne ut hvordan frekvens og syklusvei påvirker svømmehastigheten.

2. Teori

I teoridelen skal jeg ta for meg hva idretten svømming og crawlsvømming er, mekaniske prinsipper, syklusvei, frekvens og hastighet, dette er for å forstå hva som må til i armtaket i crawlsvømming for å svømme mest mulig effektivt, med høyest mulig hastighet.

2.1 Idretten svømming

Konkurransesvømming tilhører den gruppen idrett hvor hovedmålet er å utføre en distanse på så kort tid som mulig (Ribeiro, Figueiredo, Morais, Alves, Toussaint, Vilas-Boras & Fernandes, 2016; Toskić, Lilić & Toskić, 2016). Prestasjonen i crawlsvømming avhenger av svømmerens kapasitet til å generere kraft og unngå utmattelse (Almeida-Coelho, Fernandes & Vilas-Boas, 2016). Utholdenheten til en svømmer er avhengig av flere faktorer som fysisk form, morfologiske¹ egenskaper, funksjonsevne, psykologiske egenskaper og taktiske forberedelser, dette er bare noen av faktorene som påvirker utholdenheten i svømming. Ved siden av disse faktorene er svømmehastigheten i seg selv en egen faktor.

Svømmehastigheten avhenger av de biomekaniske egenskapene som frekvens på armtakene, altså antall armtak og lengden på armtaket, som er kalt syklusvei (Toskić et al., 2016; Almeida-Coelho et al., 2016). I crawlsvømming er lengden på armtaket og antall armtak sett på som to av de viktige tekniske faktorene som bestemmer prestasjonene i svømmingen (Longo, Scurati, Michielon & Invernizzi, 2008). For at en svømmer skal prestere må frekvens og syklusvei optimaliseres ut fra utøverens antropometriske mål, sammen med svømmeteknikken som også må bli så effektiv som mulig for å skape fremdrift (Madsen & De Faveri, 2010).

2.2 Crawlsvømming

Crawlsvømming er den svømmearten som er raskest. Og kroppen skal ligge flatt i vannet og innta linjeholdning, som er en rett linje gjennom kroppen fra fingertuppene til tærne. Det er hovedsakelig to grunner til at crawl er den raskeste svømmearten. I crawl oppnås det

¹ Morfologi betyr læren om den ytre form, størrelse og struktur til for eksempel kroppen til en svømmer (Holck, 2014).

kontinuerlig fremdrift på grunn av armtaket overlapping, venstrearmen skaper fremdriften når høyrearmen er ferdig med sin fremdriftsfase og omvendt, dette gir en kontinuerlig fremdriftsvirkning (Madsen & Blixt, 2010). Armtaket utføres foran kroppen, men når svømmeren ligger i vannet utføres armtaket egentlig under kroppen, siden det er anatomisk lettere å dreie armene slik at fremdriften i armtaket blir større, enn for eksempel ved siden av kroppen. Ett kjennetegn ved crawlsømming er at teknikken har en jevn og uavbrutt fremdrift med små variasjoner i svømmehastigheten (Madsen & Blixt, 2010).

2.3 Mekaniske prinsipper

Vann er noe vi omgås regelmessig. Vannet har 800-1000 ganger større tetthet enn luft, grovt sett vil det bety at 1000 liter luft veier like mye som 1 liter vann. Når vi er i vann, vil vi merke at det er større tetthet på forskjellige måter som oppdrift, trykk mot hud og trommehinnen, motstand og varmeledningsevne. Tetthet betegnes også som spesifikk vekt. 1 liter vann har en masse på 1 kg og en tyngde på 10 Newton (1 kg = 9,81 Newton). Vann har derfor en spesifikk vekt på tilnærmet 1 (Madsen & Irgens, 2008; Maglischo, 2003).

Av de to hovedkategoriene innen friksjon handler den ene om friksjon eller bremsemotstand i luft og vann. Motstanden i luft følger de samme lovprinsippene som motstanden i vann. Formelen for luft- og vannmotstand er (FL) er $FL = \rho \cdot c \cdot Fl \cdot v^2$

Den greske bokstaven ρ er symbolet for tetthet i vann. Bokstaven c brukes som et symbol for form, altså formen til vannet om den er tynn eller tykk. Fl er symbolet for frontflaten og v er symbolet for fart. Farten er den viktigste faktoren med hensyn til vannmotstand, siden fart er i andre potens. På den måten om vi dobler farten, får vi fire ganger så stor vannmotstand (Holand, 2011, s. 41).

Selve friksjonsmotstanden har minst betydning i svømming. Den øker linjert med hastigheten. Det betyr at motstanden dobles når hastigheten dobles. I svømming kan friksjonsmotstanden reduseres ved å bruke lavfriksjonsdrakter, badehetter, eller barbereg av kroppshår (Madsen & De Faveri, 2010).

2.3.1 Motstand

Motstanden er et resultat av vannets tetthet. Motstandskraften må overvinnes for å kunne ta seg frem i vannet. Det er noe spesielt med motstandskraften fordi den både bremser svømmehastigheten, og gjør det mulig å skape fremdrift i vannet. «I svømming må vi skape fremdrift ved å utnytte det samme mediet som bremser oss, nemlig vannet» (Madsen & Irgens, 2008, s. 92).

«Å overvinne motstanden handler om å redusere vannets bremsende virkning. Svømmehastigheten er til enhver tid resultatet av fremdriftskraftene som skapes av arm- og beinbevegelsene, minus motstandskraftene som bremser kroppen» sier Ørjan Madsen & Per Irgens (2008, s. 93). Å skape fremdriftskraft handler om å utnytte motstandskraftene som bremser, altså snakker de om kraft = motkraft som relateres til Newton 3. lov om bevegelse (Madsen & Irgens, 2008; Maglischo, 2003).

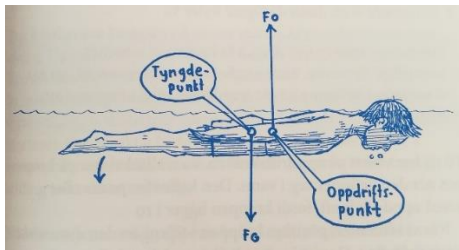
Newton 3. lov

«Kraft = motkraft (reaksjonskraft). Dersom en gjenstand påvirker en annen med en viss kraft, så virker den andre tilbake med like stor, men motsatt rettet kraft» (Wisnes, 2013, s. 17; Holand, 2011, s. 22). «Enhver aksjon har en like stor, motsatt rettet reaksjon» (Madsen & Irgens, 2008, s. 93). Newtons tredje lov gir oss en forklaring på fremdriften. Aksjonen er her arm- og beinbevegelsene som presser bakover mot vannet. Fremdriftskraften de skaper er reaksjonen (Madsen & Irgens, 2008; Maglischo, 2003). Siden vannet har mye mindre tetthet enn et fast underlag, vil en stor del av kraften som brukes for å skape fremdrift gå tapt ved at vannet skyves bakover (Madsen & Irgens, 2008; Maglischo, 2003).

Dersom kroppen til en svømmer beveger seg fra side til side øker motstanden, samme gjelder om vinkelen mellom kroppen og overflaten øker, et eksempel er dersom hodet holdes over vannet når en svømmer. Kroppens stilling i vannet er svært betydningsfull for svømmehastigheten, det er her linjeholdning er viktig. Bølgemotstanden kommer av de bølgene svømmeren skaper, bølgene løfter seg opp og presser bakover mot kroppen. Dette utgir en stor bremseeffekt. Dersom hastigheten til svømmeren doubles, vil bølgemotstanden øke i tredje potens. Bølgemotstanden må svømmeren lære seg å takle gjennom sin linjeholdning. Det er viktig å redusere bevegelser som øker bølgemotstanden som for eksempel å bevege seg fra side til side (Madsen & De Faveri, 2010).

2.3.2 Oppdrift

Det er tyngdekraften som presser kroppen nedover mot jordens sentrum. For å gjøre det litt enklere kan vi forestille oss at denne kraften er samlet i et punkt i kroppen, som er tyngdepunktet. Oppdriften vi kjenner i vannet er en vekt kraft som virker oppover, altså det motsatte av tyngdekraften. Denne oppdriftskraften er omtrent like stor som tyngdekraften. For å gjøre dette enkelt igjen kan vi si at oppdriftskraften også er samlet i et punkt i kroppen som blir oppdriftspunktet. Tyngdepunktet er midtpunktet for kroppens masse og oppdriftspunktet er midtpunktet for kroppens volum. Siden overkroppen består av lunger med luft, og flyter lettere enn underkroppen er det logisk at oppdriftspunktet ligger nærmere hodet enn tyngdepunktet (figur 1), dette er i forhold til kroppen når den ligger strak i vannflaten (Madsen & Irgens, 2008).



Figur 1. Tyngdepunkt og oppdriftspunkt. Hentet fra Ø. Madsen & P. Irgens, *Slik lærer du å svømme*, s. 89. opphavsrett 2008 av Bodini Forlag. Brukt med tillatelse.

Når vi svømmer, påvirkes kroppen i tillegg av den dynamiske oppdriftskraften. Denne kraften kalles også for «løft». Denne oppdriftskraften avhenger av kroppens (svømme) hastighet, vinkelen mellom kroppen og vannflaten, og størrelsen på kroppens overflate (forsiden, dersom vi ligger på magen) (Madsen & Irgens, 2008). Dersom svømmerens kropp bryter for mye med vannflaten for eksempel svømmer med hodet over vann vil frontalarealet øke, noe som betyr at svømmeren taper fremdrift og reduserer oppdrift, fordi mye av kraften til utøveren forsvinner med å skyve vann fremover og ikke bakover (Behnke, 2008; Norges Svømmeforbund [NSF], 2014).

2.4 Armtaketets påvirkning

I crawlsvømming er syklusveien og frekvensen på armtaket to viktige tekniske faktorer som påvirker prestasjonen. I svømming er energikostnader og prestasjon nært relatert til syklusvei og frekvens i armtaket, variasjoner i disse parameterne har blitt bevist at påvirker svømmehastigheten (Longo et al., 2008). Gjennom et armtak er det muskelkrefter som påvirker vannet gjennom hele bevegelsen i armtaket, dette skaper fremdrift hos svømmeren. Armtaket avhenger av styrken som er tilpasset armtaketets totale arbeidsvei og kan forklares av formelen $\text{kraft} \cdot \text{vei}$ (Holand, 2011).

2.5 Syklusen til armtaket, hvordan måles det?

En syklus består av to armtak i crawlsvømming, altså fra høyrehånden settes i vannet til samme høyrehånd treffer vannet igjen. En syklusvei (S_s) er den distansen svømmeren beveger seg i svømmeretningen per syklus. Den angis i meter/syklus (Madsen & De Faveri, 2010). Syklusveien måles ved å telle antall sykluser på en gitt distanse. Formel: $\frac{\text{meter}}{\text{syklus}} = \text{syklusvei (meter per syklus)}$ (Madsen & De Faveri, 2010).

Eksempel: En utøver som tar 14 tak (7 sykluser) i crawl, på 15 meter (lengden mellom vendeflaggene), har en syklusvei på 2,143 meter (Madsen & De Faveri, 2010).

2.6 Frekvensen på armtaket, hvordan måles det?

Frekvensen på armtaket er antall sykluser per minutt (Madsen & De Faveri, 2010).

For å finne frekvensen måles dette med en stoppeklokke som har integrert frekvensmåling. Om stoppeklokken ikke har denne funksjonen, måles tiden på en syklus. Ved å ta tiden på flere sykluser, vil nøyaktigheten av frekvensmålingen (Madsen & De Faveri, 2010). Deretter for å finne frekvensen deles tiden som ble brukt på antall sykluser som ble tatt, da får man tiden som ble brukt per syklus (syklustid (T_s)). For utregning av frekvens kan denne formelen benyttes $\text{Frekvens (f)} = \frac{60}{T_s} \text{ s/min}$

Eksempel: Utøveren bruker 3,39 sekunder på 3 sykluser = 1,13 sekunder per syklus. For å finne sykluser per minutt, deles da 60 sekunder på 1,13 sekunder per syklus. Dette gir en frekvens på 53 sykluser per minutt (Madsen & De Faveri, 2010).

2.7 Svømmehastigheten, hvordan måles det?

Svømmehastigheten er en av faktorene som påvirker motstand i vannet. Dobles svømmehastigheten, firedobles motstanden. Dette er viktig for alle bevegelser i svømmeretningen. Hastigheten på disse bevegelsene må samsvare med syklusfrekvens, rytme og svømmehastighet (Madsen & De Faveri, 2010). Ved å bruke informasjonen fra syklusvei og frekvens vil vi kunne finne ut hva den rene svømmehastigheten er. Vi fortsetter med eksemplene over, ved hjelp av denne formelen *Svømmehastighet* $V = \frac{S_s}{T_s} \text{ m/sek}$

Eksempel: Utøveren har en syklusvei på 2,143 meter per syklus, og en syklustid på 1,13 sekunder. Det gir en svømmehastighet på 1,89 meter per sekund.

2.8 Antropometriske mål

Syklusvei og frekvens avhenger også av svømmerens antropometriske mål som lengde på armer, bein, overkropp etc., dette kan forklares enkelt ved at jo lengre armer en utøver har jo lengre syklusvei vil utøveren få. Også distanse, muskelstyrke og aerob og anaerob kapasitet er faktorer som påvirker syklusvei og frekvens (Madsen & De Faveri, 2010). Svømmehastigheten er alltid nettoresultat av den fremdriftskraften muskulaturen gir kroppen, minus bremsekraften vannet holder igjen med (Madsen & De Faveri, 2010). En kan tenke seg at kroppsformen til en svømmer er litt kantete og ikke rett som en linje, dermed så vil kroppen forårsaker en del motstand i vannet, fordi kroppen til svømmeren alltid vil forandre seg ettersom svømmeren bruker svømmebevegelser for å komme seg fremover, altså ved å bruke armer og ben. Fra disse svømmebevegelsene lages det bølger i vannet som blir en bremseeffekt, dette kan forklares med Newtons 3. lov kraft = motkraft, svømmeren skaper kraft fra vannet som gir motkraft tilbake gjennom bølgene som blir skapt (Madsen & De Faveri, 2010).

3. Metode

I dette kapitelet skal jeg gå inn på hva metode er, hvilken metode som er valgt i mitt studie og hvorfor, og kritikk av metoden. Til slutt vil søkehistorikken og kriterier for utvelgelsen av relevant data som er brukt fremgå. I retningslinjene til bacheloroppgaven fra skolen kom det frem at metoden som skal brukes er et litteraturstudie, så det ble ingen tvil om hvilken metode som skulle bli brukt for å besvare min problemstilling.

3.1 Hva er metode

Metode handler om å følge en bestemt vei mot et mål, som å finne informasjon til en problemstilling. Samfunnsvitenskapelig metode er måten en går frem for å innhente informasjon om virkeligheten, og hvordan en analyserer denne for å finne ut hva informasjonen forteller oss (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016). Det å ha kunnskap om metode vil gjøre det enklere å forstå hvordan forskningen er gjennomført, og å forholde seg kritisk til forskningsresultatene (Johannessen et al., 2016). Metode er læren om de verktøy en kan benytte for å samle inn informasjon (Halvorsen, 2002).

Et skille mellom den samfunnsvitenskapelige metodelæren, er mellom kvantitativ og kvalitativ metode, hvor kvantitativ metode anvender tall, ved hjelp av for eksempel spørreundersøkelser. Det brukes variabler som er egnet til ulike opptellinger og statistiske analyser (Johannessen et al., 2016). Kvalitativ metode derimot opererer med tekst, lyd eller bilder, og ønsker å få frem meningsfylt innhold i forskningen (Johannessen et al., 2016).

Ved en tilnærming av et litteraturstudie er det ved siden av å samle inn egne data, aktuelt å analysere dokumenter som allerede eksisterer. Dokumenter deles gjerne inn i primærkilde og sekundærkilde. Primærkilde er informasjon som er gitt av en som har førstehånds kjennskap til det fenomenet det gis informasjon om. Sekundærkilde er informasjon som er gitt av noen som ikke selv har opplevd det fenomenet (Johannessen et al., 2016).

3.2 Hvilken metode er valgt

Et litteraturstudie startes ved først å finne frem til forskning som allerede eksisterer på det området som det skal forskes på (Johannessen et al., 2016). Et litteraturstudie kan deles opp i tre ulike typer, en litteraturoversikt, en begrepsanalyse og et systematisk litteraturstudie.

Poenget med en litteraturoversikt er å gi en bakgrunn for å motivere for å gjøre en undersøkelse på et område. Denne type studie kan gi interessant og stimulerende lesing, men kan være upålitelig, siden studier som blir analysert, sjeldent skjer på en systematisk måte. En begrepsanalyse derimot går i dybden på enkelte begreper, tydeliggjør og øker forståelsen for det begrepet betyr (Forsberg & Wengstrøm, 2013). Den siste som er et systematisk litteraturstudie går både i dybden på stoffet og kvalitets sikrer relevante studier. En forutsetning for et slikt studie er at det finnes nok relevant forskning i feltet og at de er av god kvalitet, slik at det kan lages et grunnlag for diskusjonen i senere kapittel (Forsberg & Wengstrøm, 2013).

I denne litteraturstudien vil jeg benytte typen systematisk litteraturstudie, med bakgrunn i at denne type studie er den som er mest kvalitetssikker. Min problemstilling krever målinger av de forskjellige elementene i crawlsvømming. Så jeg benytter meg av kvantitativ data hvor dette er studier og forskning som har som mål å tallfeste eller måle elementene som syklusvei, frekvens og svømmehastighet.

Som nevnt er det viktig å finne forskning som allerede eksisterer på området rundt min problemstilling. Denne litteraturen må leses nøye igjennom, tolkes og analyseres for å være sikker på at litteraturen kan brukes til å besvare min problemstilling (Johannessen et al., 2016).

3.3 Metodekritikk

Et litteraturstudie gir en mulighet gjennom å fordype seg i forskning og teori som allerede eksisterer, deretter kan en systematisere all relevant forskning om et tema, dette kan også gjøre det lettere for å besvare problemstillingen ved at man ikke selv trenger å forske på temaet. Det er i utgangspunktet også etisk forsvarlig å benytte seg av et litteraturstudie, ved at en benytter seg av allerede eksisterende forskning som har gått gjennom en godkjenningsprosess (Dalland, 2000; Forsberg & Wengstrøm, 2013).

Et litteraturstudie kan være krevende på grunn av søkeprosessen etter relevant forskning for problemstillingen. I tillegg kan forskningen som brukes tolkes feil eller ses på feil måte, slik at resultatet blir sett på annerledes enn hva artikkelen forteller. En annen negativ side kan også være artikler på utenlandske språk, hvor oversettelsen tolkes feil, og gir en annen mening. Dette er feil som kan unngås ved sette inklusjons- og eksklusjonskriterier i søkeprosessen (Forsberg & Wengstrøm, 2013).

3.4 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

For å finne relevante forskningsartikler som kan være med å besvare min problemstilling, var det viktig å sette noen inklusjon- og eksklusjonskriterier. Det er også viktig å vurdere kvaliteten av artiklene som er valgt. Det er gjort mye forskning rundt problemstillingen min, og jeg valgte derfor følgende inklusjonskriterier:

- Databasene som blir brukt skal være anerkjente
- Språket på litteraturen skal være norsk, svensk, dansk eller engelsk
- Forskningen skal ikke være eldre enn år 2000, ettersom teknikk har endret seg med årene
- Litteraturen må henvise til referanser som er troverdige og synlige
- Litteraturen skal være fagfellevurderte artikler
- Litteraturen må omhandle forskning rundt crawlsvømming, armtak, frekvens, syklusvei, antall armtak, lengden på armtak og hastighet
- Forskningen skal ha blitt gjort for begge kjønn i alderen 11-19 år
- Artikler som omhandler crawlsvømming som helhet, altså de som inneholder både bensparket og armtaket er blitt ekskludert eller artikler som ser på pusting sammen med armtaket er også blitt ekskludert.

3.5 Søkeprosessen

Som svømmetrener ønsket jeg å fordype meg i hvordan syklusvei og frekvens i armtaket på crawlsvømming kan påvirke svømmehastigheten. Dette er for å kunne bli bedre på hvordan jeg som trener kan utvikle mine utøvere til å svømme raskere og mer effektivt i crawl. Jeg ønsker også at andre trenere som ønsker samme informasjon skal kunne dra nytte av mitt studie. Jeg ønsket å forholde meg til unge utøvere i aldersgruppen 11-19 år som er den samme alderen til utøverne jeg er trener for per dags dato. Når det gjaldt kjønn valgte jeg å se på begge to, dette er med bakgrunn i mine egne utøvere og at flere av studiene inneholdt forskning om begge kjønn.

For å få en start begynte jeg med boken «Svømmetrening» av Ørjan Madsen og Tore De Faveri, 2010. I denne boken presenteres de biomekaniske faktorene for svømming, da også crawlsvømming. Det blir forklart både forskning og teori for å få en enkel forståelse av syklusvei, frekvens og svømmehastighet og hvordan dette påvirker hverandre.

I tillegg til boken «svømmetrening» har jeg brukt andre bøker innen svømming som «svømmeaktiviteter for viderekomende» og «slik lærer du å svømme». Det er også gjennom mitt litteraturstudie blitt søkt opp forskningsartikler gjennom forskjellige databaser som SportsDiscus, PubMed og Google Scholar.

Tabellen nedenfor viser hvilke søkeord som er brukt i hvilke databaser, hvor mange treff som kom opp, og hvor mange artikler som var relevante fra antall treff. Google Scholar ble brukt først for å lete litt generelt etter artikler, det ble funnet flere artikler, men jeg valgte etter hvert å lete etter artikler i andre databaser. Det var to artikler fra Google Scholar, som ble tatt med i litteraturstudien. Ved hjelp av inklusjons- og eksklusjonskriteriene jeg har brukt, og ved å se på alder, kjønn og de faktorene jeg ønsker å se på, ble det lettere å lete etter relevante artikler.

Søkeord	Sport Discus	Relevant	PubMed	Relevant	Google Scholar	Relevant
Crawl + stroke length + velocity	44	4	38	1	3110	X
Crawl + stroke number + velocity	4	1			3610	X
Crawl + stroke + velocity + frequency	17	1			2260	X
Crawl + stroke number + velocity + stroke length	3	1				
Crawl + stroke + velocity			72	2	4150	X

3.6 Validitet og reliabilitet

Validitet handler om hvor gyldig og relevant dataene som representeres er for problemstillingen som skal besvares (Johannessen et al., 2016; Halvorsen, 2002). I mitt

litteraturstudie må jeg se på gyldigheten og relevansen av de forskningsartiklene jeg finner, for å finne de som har mest relevans for min problemstilling. Dette gjorde jeg ved å se om artiklene målte det jeg var ute etter som hastighet, syklusvei og frekvens innen armtak, crawlsvømming og alderen 11-19. Det er viktig at jeg er kritisk til artiklene, og ekskluderer de som forteller eller måler andre elementer enn det som skal besvare min problemstilling.

Reliabilitet sier noe om hvor pålitelig dataene er (Johannessen et al., 2016). For at dataene skal ha høy reliabilitet, må gjentatte målinger med samme type måleinstrument gi i nærheten av de samme resultatene. I tillegg er høy reliabilitet er en forutsetning for høy validitet (Halvorsen, 2002). I mitt litteraturstudie er det viktig at jeg merker meg hva slags måleinstrumenter de forskjellige forskningsartiklene har brukt og hvor pålitelige de er. Jeg ser også etter om det er en likhet i resultatene som dukker opp i de forskjellige artiklene for å vite om de er pålitelige nok til å kunne bli inkludert i mitt studie.

3.7 Utvalg av data

Etter søkeprosessen satt jeg igjen med 6 artikler jeg mener er mest relevant for mitt studie og som kan belyse min problemstilling, slik at man kan få en bedre og enklere forståelse av hvordan syklusvei og frekvens måles og settes i sammenheng med svømmehastigheten.

Artikkel nummer 1

Dormehl, S. & Osborough, C. (2015). Effect of age, sex, and race distance on front crawl stroke parameters in subelite adolescent swimmers during competition. *Pediatric Exercise Science* 27, 334-344.

Artikkel nummer 2

Figueiredo, P., Silva, A., Sampaio, A., Vilas-Boas, J. P. & Fernandes, R. J. (2016). Front crawl sprint performance: A cluster analysis of biomechanics, energetics, coordinative, and anthropometric determinants in young swimmers. *Motor Control*, 20, 209-221.

Artikkel nummer 3

Toskić, D. Lilić, L. & Toskić, L. (2016). Correlation between morphological characteristics, bio-mechanic characteristics of the stroke and swimming velocity among pubescent swimmers. *Research in Kinesiology*, 44(1), 49-53.

Artikkel nummer 4

Toskić, D, Lilić, L. & Toskić, L. (2016). Influence of the number of strokes and stroke length on swimming velocity of the freestyle technique among pubescent aged swimmers. *Research in Kinesiology*, 44(1), 54-58.

Artikkel nummer 5

Almeida-Coelho, J. Fernandes, R. J. & Vilas-Boas, J. (2016). Metabolic and technical changes in swimmers during a 100-m all-out front crawl. *Trends in Sport Sciences*, 4(23), 177-183.

Artikkel nummer 6

Ribeiro, J., Figueiredo, P., Morais, S., Alves, F., Toussaint, H., Vilas-Boas, R. J. & Fernandes, R. J. (2016). Biomechanics, energetics and coordination during extreme swimming intensity: effect of performance level. *Journal of Sports Sciences*. Doi: 10.1080/02640414.2016.1227079

4. Resultater

I dette kapittelet skal jeg presentere resultatene som er funnet fra mitt litteratursøk. Jeg kommer til å gjøre rede for hver enkelt artikkel, og kommer til å presentere målet med studien, metoden som er brukt og resultatene som er funnet.

4.1 Artikkel 1

Denne studiens mål var å fastslå effekten av frekvens og syklusvei på hastigheten i konkurransedistansene 100 meter og 200 meter crawl. I studien ble det målt distansetid og svømmehastighet på begge distanser, i tillegg til frekvens og syklusvei til armtaket. I studien deltok 112 svømmere, 56 jenter og 56 gutter. Svømmerne var delt i to aldersgrupper 12-14 år og 15-18 år. Utøverne svømte en 100-meter og en 200-meter crawl. Distansene ble filmet med flere videokameraer, som ble synkronisert og tilpasset slik at startsignalet var synlig i alle kamerabildene. Hastigheten og frekvensen på armtaket til hver svømmer ble beregnet ut fra videoene. Svømmehastigheten ble funnet med bakgrunn i distansetiden og distanselengden.

Resultatene for de to aldersgruppene i denne studien, viste at hastighet og syklusvei en vesentlig forskjellig mellom aldersgruppene og distansene. Den viktigste årsaken til disse forskjellene var at gutter i den eldre gruppen svømte betydelig raskere enn de i den yngste gruppen. For jentene, var det ingen signifikant forskjell mellom den yngre og eldre gruppen. Det var en betydelig reduksjon i hastigheten for hver bassenglengde i 100 meteren, for begge aldersgrupper og kjønn. I 200 meter distansen hadde ikke hastigheten en signifikant endring i siste halvdel av løpet. Forskjellen i hastigheten mellom den første 50-meteren og siste 50-meteren tilsvarte en minskning på 16,7 og 16,8% i begge aldersgrupper. Syklusveien ble betydelig redusert fra andre 50-meter og til fjerde 50-meter for begge aldersgrupper, kjønn og distanse. I 100 og 200 meteren hadde syklusveien en betydelig økning mellom første og andre 50-meter for den eldre gruppen. I gjennomsnitt, ble syklusveien forkortet fra første til siste 50-meter med 4,5 og 1,6% for den yngre og eldre gruppen. Takfrekvensen ble betydelig redusert fra første til tredje 50-meter i alle forhold. Mellom tredje og fjerde 50-meter, holdt frekvensen seg generelt konstant med unntak av den yngste gruppen og under 200 meter distansen, hvor noe økte. I gjennomsnitt ble frekvensen redusert med 12,8 og 15,5% for de yngre og eldre gruppene.

4.2 Artikkel 2

Denne studiens mål var å evaluere de faktorene som bestemmer crawlsprint prestasjonen ved å vurdere svømmernes profiler ved hjelp av en gruppeanalyse. Analysen av svømmerne distansetiden inkluderte biomekaniske og antropometriske egenskaper. I tillegg målte studien syklusvei og frekvens på armtaket og svømmehastigheten for distansen. I studien deltok 103 svømmere, 51 jenter og 52 gutter. Svømmerne var i samme aldersgruppe $11,8 \pm 0,8$ år. Utøvernes kroppslige egenskaper ble også målt hvor kroppshøyde var $1,55 \pm 0,79$ meter og kroppsvekt $47,3 \pm 7,80$ kg. Utøverne deltok regelmessig i regionale og nasjonale konkurranser, og hadde mer enn fem treninger per uke. Utøverne ble delt inn i grupper med bakgrunn i deres antropometriske egenskaper og antall svømte meter per sekund. Utøverne svømte en 25-meter crawl, i samme tempo som en 50-meter crawl i en konkurranse, distansetiden skulle være innenfor $\pm 2,5\%$ av deres personlige rekord. Distansene ble filmet med flere videokameraer, som ble synkronisert og tilpasset slik at startsignalet var synlig i alle kamerabildene. Hastigheten og frekvensen på armtaket til hver svømmer ble beregnet ut fra videoene. Svømmehastigheten ble funnet med bakgrunn i distansetiden og distanselengden.

Resultatene fra analysen viste signifikante forskjeller i de fleste av de undersøkte variablene. Gruppe 1 hadde en antropometrisk fordel som ikke var så tydelig i gruppe 2. Hos gruppe 1 ble det karakterisert høy hastighet, syklusvei og antropometriske verdier som fordel av lengre armer, hender og høyde. Gruppe 2 derimot hadde behov for å kompensere den antropometriske ulempen med å forbedre armtakene. Gruppe 2 hadde moderate antropometriske verdier, høy hastighet og frekvens. Gruppe 3 på en annen side hadde en ulempe både med sine antropometriske egenskaper og biomekanikk, men representerte høy frekvens, men lave verdier på hastighet. Det ble ikke observert noen forskjeller for syklusvei.

4.3 Artikkel 3

Denne studiens formål var å fastslå sammenhengen mellom de morfologiske egenskapene, biomekaniske egenskapene til armtaket og svømmehastigheten for 50-meter crawl. I studien ble den gjennomsnittlige svømmehastigheten målt sammen med syklusveien og frekvensen til armtaket. Frekvensen ble målt visuelt, hvor hvert armtak ble telt og ikke syklusene. For å finne syklusveien brukte de forholdet mellom frekvensen og distansen. Den gjennomsnittlige svømmehastigheten ble beregnet på grunnlag av forholdet mellom distansen og distansetiden. I studien deltok 25 svømmere, 15 gutter og 10 jenter i alderen 12-15 år. Alle utøverne har trent

aktivt i mer enn 3 år og er aktive i konkurranse i sine aldersgrupper. Gjennomsnittet av deltakernes kroppslige egenskaper var kroppsvekten 47 kg, kroppshøyden 156,11 cm, armlengden 158 cm, og lengden på hånden 15,96 cm.

Med bakgrunn i funnene fra de biomekaniske egenskapene til armtaket og svømmehastigheten på 50-meter crawl, kan det fastslås at den gjennomsnittlige svømmehastigheten var 1,44 m/s, og den gjennomsnittlige syklusveien var 1,68 meter, mens den gjennomsnittlige frekvensen var 27,39. Fra deltakernes likhet viste det seg at svømmehastigheten skilte seg minst og frekvensen skilte seg mest. Mellom variablene gjennomsnittshastighet og frekvensen er det en negativ korrelasjon². Syklusveien, i tillegg til svømmehastigheten, har en positiv og statistisk signifikant korrelasjon sammen med variablene fra håndens lengde. Variablene kroppsvekten, kroppshøyden og armspennet derimot har en positiv korrelasjon³. Mellom variablene syklusveien og frekvensen er det en negativ korrelasjon. Frekvensen hadde en statistisk signifikant korrelasjon med variablene av kroppshøyde, arm spenn og håndens lengde, mens mellom variablene frekvens og kroppsvekten er det ikke noen statistisk signifikant korrelasjon.

4.4 Artikkel 4

I denne studien var målet å bestemme hvorvidt og i hvilken grad frekvens og syklusvei påvirker hastigheten på 50-meter crawl, blant unge svømmere. I studien ble variablene svømmehastighet, frekvens og syklusvei målt visuelt. Frekvensen ble målt ved å telle hvert armtak og ikke en syklus. Syklusveien ble bestemt ved forholdet mellom frekvens og svømmedistanse. Og den gjennomsnittlige hastigheten ble funnet ved å beregne distansen og den tiden som ble brukt på distansen. 30 utøvere deltok i studien, 17 gutter og 13 jenter, alle i alderen 12-15 år. Alle utøverne hadde trent i mer enn tre år og konkurrert i sine aldersklasser.

I resultatene, med bakgrunn i tiden som ble brukt på distansen og hastigheten, ble ikke den gjennomsnittlige hastigheten redusert. Basert på de viste resultatene kan det konkluderes med at denne gruppen er like i forhold til tid og hastighet på svømmedistansen. Fra de biomekaniske egenskapene kan det konkluderes med at den gjennomsnittlige frekvensen for

² Negativ korrelasjon skjer når en økning av den ene variabelen gjennomgående svarer til en reduksjon av den andre (Store Norske Leksikon [SNL], 2017).

³ Positiv korrelasjon skjer når en økning av den ene variabelen gjennomgående svarer til en økning av den andre (SNL, 2017).

50-meter crawl er 27,06, mens den gjennomsnittlige syklusveien er 1,7 meter. Frekvensen økte under den andre 25-meteren, men syklusveien ble redusert. Basert på de oppnådde resultatene fra frekvensen og hastigheten på 50-meteren, kan det konkluderes med at det er en høy og statistisk signifikant korrelasjon mellom disse variablene. Den største korrelasjonen ble oppnådd mellom frekvens og syklusvei. Frekvensen har en negativ korrelasjon med syklusveien og svømmehastigheten. Resultatene fra regresjonsanalysen viser at frekvensen og syklusveien er signifikant korrelert til svømmehastigheten for 50-meter crawl. Dette betyr at frekvens og syklusvei sammen påvirker svømmehastigheten på 50-meter crawlsvømming.

4.5 Artikkel 5

Målet med denne studien var å analysere endringer av metabolske og tekniske faktorer hos svømmerens utførelse av en 100-meter crawl med maksimal intensitet. I studien skulle hastighet, syklusvei og frekvens bli målt og hver svømmer skulle gjennomføre en 100-meter crawl, etterlignet en konkurranse distanse. Hver lengde ble filmet, sammen med frekvensen, og syklusveien ble basert på resultatene fra hastighet og frekvens fra hver 25-meter. I studien deltok 7 gutter i alderen 17.3 ± 1.5 år. Utøverne hadde 8 treninger per uke, som tilsvarte over 18 timer i uken. Utøverne kroppslige egenskaper var 74.9 ± 6.54 kg kroppsvekt og 185.9 ± 0.07 cm kroppshøyde. Deres personlige rekord på 100 meter crawlsvømming var 51.69 ± 1.5 sekunder. Tid og frekvens under studien ble filmet hver 25-meter. Frekvens og syklusvei ble vurdert hver 25-meter. Tiden på distansene ble målt av en erfaren operatør og hastigheten ble målt på grunnlag av forholdet mellom distansen og tiden brukt på distansen.

Resultatene fra studien viste at den gjennomsnittlige hastigheten på 100 meter crawl varierte omtrent mellom 1.70 og $2.00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, hastigheten ble redusert i løpet av de tre første rundene av testen og økte på den siste 25-meteren. For generelle biomekaniske parametere under maksimal innsats, har frekvensen en tendens til å stige (spesielt fra 75 m til 100 m), og syklusveien en tendens til å reduseres, disse parameterne er relatert til hverandre.

4.6 Artikkel 6

Denne studien hadde som mål å undersøke hvordan svømmere med lav og høy hastighet organiserer biomekaniske, energiske og koordinative faktorer gjennom en distanse som har ekstremt høy intensitet. Studien målte svømmehastighet, syklusvei og frekvens. I studien

deltok 16 mannlige, hvor alderen ble delt inn i 21 år vs. 19 år. Utøverne var delt inn i to grupper basert på deres nivå, regionalt og nasjonalt. Svømmernes kroppslige egenskaper var 1,79 meter vs. 1,77 meter, og kroppsvekten var 74 kg vs. 69 kg. Studien foregikk ved at alle svømmerne gjennomførte en 100-meter crawl, med maksimal intensitet. Deretter gjennomførte de også en 25-meter, 50-meter og 75-meter crawl, med samme hastighet som 100 meteren, etter 90 minutters aktiv hvile mellom hver.

Resultatene fra svømmerne i den nasjonale gruppen fullførte 100 meter maksimal crawl i en høyere hastighet enn svømmerne i den regionale gruppen. På hver 25-meter, hadde den nasjonale gruppen overlegent høyere hastighet. De generelle parameterne for armtakets utvikling mellom de fire 25-meter lengdene gjenspeiles det ingen interaksjonseffekt⁴ for frekvensen og syklusveien. Resultatene fra den nasjonale gruppen presenterte høyere frekvens, og lignende syklusvei verdier sammenlignet med den regionale gruppen i de fire lengdene. I begge gruppene ble frekvensen redusert fra første til tredje 25-meter, og økte i den fjerde runden, mens syklusveien var stabil i de tre første lengdene og reduserte i den fjerde lengden.

⁴ Interaksjon er en samhandling, at to faktorer eller fenomener påvirker hverandre (SNL, 2017).

5. Diskusjon

I dette kapitlet vil jeg diskutere resultatene som er funnet opp mot teorien jeg har benyttet meg av for å belyse min problemstilling.

5.1 Antropometriske mål

Antropometriske mål er en svømmers lengde eller bredde på armer, overkropp, hender etc. disse målene påvirker svømmerens syklusvei og frekvens på armtaket som igjen vil påvirke hastigheten til svømmeren (Madsen & De Faveri, 2010). Store og sterke muskler i den øvre delen av overkroppen sammen med brede skuldre, lange armer og store hender vil være en fordel for å hjelpe overføringen av muskelkraft til vannet, som kan påvirke syklusvei, hastighet, fremdriftskraft og prestasjonen til en svømmer (Dormehl & Osborough, 2015; Madsen & De Faveri, 2010; Figueiredo, Silva, Sampaio, Vilas-Boas & Fernandes, 2016). De antropometriske målene er ikke faktorer alene som kan fastslå en svømmers prestasjon, vellykkede svømmere trenger også effektive drag i vannet hvor overføringen av energi fra svømmeren til vannet er minimalisert (Dormehl & Osborough, 2015).

Forholdet mellom hastigheten i sprintdistanser og antropometri har blitt sett på tidligere. Lengder og bredder på hender kan være relatert til genereringen av fremdriftskraft. Enkelt forklart kan man si at og ha et langt armspenn vil gi en lenger syklusvei som sammen med store hender vil gi større fremdriftskraft. Svømmeren bruker vannets motstand med den muskelkraften og de antropometriske målene svømmeren har for å skape motkraft fra vannet, altså kraft fra vannet = motkraft som gir (Newtons 3. lov) (Figueiredo et al., 2016).

5.2 Alder, kjønn, distanse

Hastighet og syklusvei blir påvirket av alder, kjønn og svømmedistanse. Dette kan forklares av at unge jenter modnes i en yngre alder enn gutter. Forskjell mellom frekvens for de to aldersgruppene som ble sett på viste ingen forskjell mellom gutter og jenter (Dormehl & Osborough, 2015). Utøverne i studien til Dormehl & Osborough (2015) hadde vanskeligheter for å opprettholde syklusveien gjennom hele distansen, dette mest sannsynlig grunnet utmattelse. Etter hvert som en distanse ble økt fra 100 meter til 200 meter, ble hastighet og frekvens redusert, og syklusvei hadde en økning, alle parameterne ble uendret mellom aldersgruppene og mellom kjønnene (Dormehl & Osborough, 2015). Frekvens og hastighet

ble redusert mens syklusveien økte etter hvert som distansen ble lengre. Resultatene av denne studien viste en større nedgang i hastighet for gutter enn for jenter, ettersom distansen økte (Dormehl & Osborough, 2015). En endring av syklusveien mellom lengdene i en distanse kan være grunnet uerfarenhet i hvordan løpet skal legges opp og en utøvers lave nivå av styrke og trening (Dormehl & Osborough, 2015).

5.3 Syklusvei, frekvens og hastighet

Svømmehastigheten avhenger av de biomekaniske faktorene som frekvensen og syklusveien av armtaket (Toskić et al., 2016; Almeida-Coelho et al., 2016). Og syklusveien og frekvensen avhenger av svømmerens antropometriske mål (Madsen & De Faveri, 2010).

En lang syklusvei er vist at kan bidra til bedre prestasjoner og tider, som tyder på at lengre armer gir lenger syklusvei (Dormehl & Osborough, 2015). For å påvirke effektiviteten i svømming og svømmehastigheten trenger armtaket å optimalisere lengden, armen må strekkes helt ut slik at arbeidsveien blir lengst mulig (Toskić et al., 2016). På denne måten utnytter syklusveien motstandskraften i vannet, når arbeidsveien, altså syklusveien, blir lenger presses vannet en lenger vei bakover, noe som skaper en større fremdriftskraft, og svømmeren utnytter motstanden i vannet mer effektivt (Madsen & Irgens, 2008; Maglischo, 2003). En svømmers kapasitet til å ha en lenger syklusvei, i en høyere hastighet viser økt svømmeeffektivitet, som kommer tilbake til betydningen av treningen for å forbedre teknikken hos unge utøvere (Figueiredo et al., 2016). Det vises at i løpet av distanser med høy intensitet, slik som 50-, 100- og 200-meter crawl, er reduksjonen av syklusvei uunngåelig, dette er uavhengig av nivået til en svømmer. Dette skjer for å opprettholde en høy hastighet gjennom hele løpet. Resultatene fra et av studiene viste at reduksjonen i syklusveien i de første lengdene av distansen skyldes tekniske forbedringer, noe som indikerer svømmerens tilpasning til den fysiologiske belastningen av distansen (Almeida-Coelho et al., 2016).

Frekvensen er blitt nevnt som en av faktorene som holdt seg konstant i de første lengdene i flere av studiene og økte i den siste eller de to siste lengdene, syklusveien derimot avtok progressivt gjennom distansene. Frekvensen til en svømmer økes for å kompensere med reduksjonen av syklusveien (Almeida-Coelho et al., 2016; Ribeiro et al., 2016). Gjennom en 100-meter crawl ble det vist at syklusvei og frekvens var negativt korrelert, men kombinasjonen av disse to er svært individualisert, som går tilbake til utøverens antropometriske mål. Det har også blitt observert at høyere frekvens ikke tillater svømmere å

utvikle en høy syklusvei, som viser en høy avhengighet mellom disse til faktorene, slik at en svømmer har kortere syklusvei og omvendt (Almeida-Coelho et al., 2016). Dette støtter antagelsen om at svømmehastigheten påvirker syklusvei i mindre grad og i høyere grad frekvens (Ribeiro et al., 2016).

Svømmehastigheten er alltid et nettoresultat av den fremdriftskraften muskulaturen gir kroppen, minus bremskraften vannet holder igjen med (Madsen & De Faveri, 2010). Fra ett studie var den høyeste hastigheten tydelig i den første 50-meteren på både 100 meter og 200 meter crawldistansene, dette kan forklares av den ekstra farten svømmerne fikk ut fra startblokken (Dormehl & Osborough, 2015). Fra et annet studie ble hastigheten redusert i løpet av de første 75 meterne og økte igjen på den siste 25 meteren på 100 meter crawl (Almeida-Coelho et al., 2016). Fra begge studiene ble det samtidig en generell økning i frekvens og minskning i syklusvei (Almeida-Coelho et al., 2016; Dormehl & Osborough, 2015). Ett tredje studie viste samme resultater at frekvensen på armtaket økte under den siste delen av svømmedistansen, mens syklusveien ble redusert, dette har Toskić et al., (2016) vist at kan forklares som en følge av utmattelse (Toskić et al., 2016). I sprintdistanser, slik som 50 og 100 meter crawl har syklusvei blitt identifisert som en av de viktigste faktorene for svømmehastighet. Men, høyere hastigheter i korte distanser er også relatert til høyere frekvens (Almeida-Coelho et al., 2016).

Forholdet mellom frekvens og syklusvei under påvirkningen av utmattelse hos utøvere endres, svømmerne minsker syklusveien og øker frekvensen, dette er for at svømmehastigheten skal opprettholdes gjennom hele distansen (Toskić et al., 2016). Når en svømmer blir sliten gjennom en 100-meter faller hastigheten for hver lengde og gjennom en 200-meter faller hastigheten for hver 50-meter (Dormehl & Osborough, 2015). Svømmere prøver å redusere vannets bremsende virkning når de blir utmattet ved å endre fremdriftskreftene som skapes av armbevegelsene, altså endre syklusvei og frekvens (Madsen & Irgens, 2008; Toskić et al., 2016). Det ble vist i et av studienes resultater at reduksjonen i hastigheten under 200 meter crawl var sannsynligvis grunnet svømmernes justering av frekvens og endringer i syklusvei. Dette hadde en tilsvarende utvikling både i 100 og 200 meter distansene. Frekvens derimot skilte seg ut den siste 50-meteren for begge distansene (Dormehl & Osborough, 2015). Når svømmehastigheten doubles, slik som fra en 200-meter til 100-meter eller 100-meter til 50-meter vil motstanden firedobles. På denne måten blir svømmere tvunget til å øke frekvensen på korte distanser, men også fordi det blir for tungt å holde en lang syklusvei med en høy hastighet (Madsen & De Faveri, 2010; Toskić et al., 2016).

Frekvensen på armtaket er vist at er negativt korrelert med syklusveien og svømmehastigheten, noe som betyr at en økningen av frekvens, vil syklusveien reduseres. Dette betyr at for unge svømmere må vi bestemme den optimale frekvensen for korte distanser, siden en unødvendig økning vil føre til en nedgang i hastigheten (Toskić et al., 2016). Frekvens og syklusvei kan til en stor grad påvirke svømmehastigheten. Imidlertid, om man ser bort ifra variabelen frekvens, bestemmer vi at variabelen syklusvei blir vesentlig uavhengig koblet til hastigheten. Syklusveien påvirker hastigheten betydelig mer enn det frekvensen gjør blant unge svømmere, det vil si syklusveien er en mer betydningsfull faktor enn hastigheten på en 50-meter (Toskić et al., 2016).

Basert på forskjellene i hastighet hos unge svømmere er det et bevis på at unge svømmere må tilpasse sin syklusvei og frekvens til sine antropometriske egenskaper for å oppnå best mulig svømmehastighet (Figueiredo et al., 2016). Unge utøvere vokser en del i alderen 11-19 år, og gjennom denne perioden er det viktig at trening av teknikk blir langt opp til hver utøver slik at de har mulighet til å bruke sine antropometriske mål til en fordel for oppnå høy hastighet. Svømmere som er lange og har lange armer har en lang syklusvei og må trene på å utnytte sine armer og kropp til å oppnå en lang syklusvei, hvor arbeidsveien også er effektiv. Svømmere som er lavere og har kortere armer derimot må bruke den syklusveien de har men øke frekvensen på armtakene slik at de oppnår like god fremdrift, slik som svømmere med lengre armer, med lengre syklusvei og lavere frekvens (Figueiredo et al., 2016).

6. Konklusjon

I denne oppgaven ønsket jeg å se på hvordan syklusvei og frekvens på armtaket påvirker hastigheten i crawlsvømming. Ut ifra resultatene som er funnet rundt dette temaet er det en høy avhengighet mellom frekvens og syklusvei. Det er også andre faktorer som antropometriske mål og utmattelse som spiller inn for å besvare denne problemstillingen.

Frekvens og syklusvei påvirker hastigheten i crawlsvømming. Og for at disse to faktorene skal optimaliseres og svømmeeffektiviteten skal være best mulig må kombinasjonen av frekvens og syklusvei individualiseres til hver svømmer etter deres antropometriske mål. En svømmer som er sterkere i overkroppen, lenger armer og større hender kan ha en fordel, men allikevel må armtaket optimalisere lengden med tanke på kraft ganger arm ($\text{kraft} \cdot \text{vei}$), enten svømmeren har lange eller korte armer, en utøver med korte armer må for eksempel ha høyere frekvens for å holde hastigheten til en med lengre syklusvei. Uansett viser en svømmer som har kapasitet til å ha lang syklusvei i høy hastighet, høy svømmeeffektivitet. Det må huskes at svømmeres antropometriske mål er relatert til genereringen av fremdriftskraften og det må ikke glemmes at de antropometriske målene til svømmeren alene ikke er avgjørende for prestasjonen. Alder, kjønn og distanse må også tas i betraktning, grunnet at jenter modnes i en yngre alder enn gutter, dermed trenger jenter tilrettelegging av teknikk trening tidligere enn gutter, for å optimalisere sin syklusvei og frekvens. For unge svømmere er utmattelse også en av faktorene som påvirker frekvensen og syklusveien, det er vanskeligere for unge svømmere å opprettholde en lang syklusvei ettersom at det blir for tungt å gjennomføre arbeidsveien like effektivt gjennom hele distansen. For at unge svømmere skal klare å opprettholde en høy hastighet må det bli en reduksjonen i syklusvei og økning i frekvens, spesielt i sprintdistansene 50-, 100- og 200-meter crawl som har en høy intensitet hele veien.

Syklusvei og frekvensen til armtaket påvirker hastigheten i crawlsvømming, men det er individuelt hva som påvirker mest. Gjennom tiden unge svømmere vokser er det viktig at trening av teknikk blir langt til rette med tanke på svømmeres antropometriske mål. Styrketrening er også et redskap som kan hjelpe unge svømmere med den tekniske utvikling og det å opprettholde en lang syklusvei over lenger tid slik at svømmeeffektiviteten skal bli best mulig. Det må også trenes på hvordan løpene skal bli lagt opp slik at svømmerne forstår hvordan og når syklusvei og frekvens skal utføres for at hastigheten skal bli høyest mulig.

Litteraturliste

Almeida-Coelho, J. Fernandes, R. J. & Vilas-Boas, J. (2016). Metabolic and technical changes in swimmers during a 100-m all-out front crawl. *Trends in Sport Sciences*, 4(23), 177-183.

Behnke, R.S. (2014). *Anatomi för idrotten*. Stockholm: SISU Idrottsböcker – idrottens förlag

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving* (5. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk

Dormehl, S. & Osborough, C. (2015). Effect of age, sex, and race distance on front crawl stroke parameters in subelite adolescent swimmers during competition. *Pediatric Exercise Science* 27, 334-344. <http://dx.doi.org/10.1123/pes.2014-0114>

Figueiredo, P., Silva, A., Sampaio, A., Vilas-Boas, J. P. & Fernandes, R. J. (2016). Front crawl sprint performance: A cluster analysis of biomechanics, energetics, coordinative, and anthropometric determinants in young swimmers. *Motor Control*, 20, 209-221. <http://dx.doi.org/10.1123/mc.2014-0050>

Forsberg & Wengstrøm, (2013) *Att gjøre systematiske litteraturstudier*. Forfatterna och Natur och kultur, Stockholm, myPaper, 3.utg. Lokalisert på: <http://www.mypaper.se/show/nok/show.asp?pid=345358928766706>

Halvorsen, K. (2002). *Forskningsmetode for helse- og sosialfag – en innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (2. utg.). Oslo: Cappelen Akademisk Forlag

Holand, A. (2011). *Bevegelsens årsak – elementær innføring i mekanikk og bevegelsesanalyse*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.

Holck, P. (2014). *Morfologi*. Hentet fra <https://sml.snl.no/morfologi>

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Oslo: Abstrakt forlag.

Longo, S., Scurati, R., Michielon, G. & Invernizzi, P. L. (2008). Correlation between two propulsion efficiency indices in front crawl swimming. *Sport Sci Health*, 20, 65-71. <http://dx.doi.org/10.1007/s11332-008-0069-z>

Madsen, Ø. & Blixt, T. (2010). *Svømmeaktiviteter for viderekommende*. Bergen: Bodoni Forlag.

Madsen, Ø. & De Faveri, T. (2010). *Svømmetrening*. Bergen: Bodoni Forlag.

Madsen, Ø. & Irgens, P. (2008). *Slik lærer du å svømme*. Bergen: Bodoni Forlag.

Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics

Norges Svømmeforbund. (2014). *Deltakerhefte NSF Trener 2 Del 3 – Teknikk og teknikkforståelse*. Lokalisert på

<https://drive.google.com/folderview?id=0B7vSvb2uhMEVUzVjSE1ZUThBRDQ&usp=sharing>

Ribeiro, J., Figueiredo, P., Morais, S., Alves, F., Toussaint, H., Vilas-Boas, R. J. & Fernandes, R. J. (2016). Biomechanics, energetics and coordination during extreme swimming intensity: effect of performance level. *Journal of Sports Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1227079>

Store Norske Leksikon. (2017). *Interaksjon*. Hentet fra <https://sml.snl.no/interaksjon>

Store Norske Leksikon. (2017). *Korrelasjon*. Hentet fra <https://snl.no/korrelasjon>

Toskić, D, Lilić, L. & Toskić, L. (2016). Correlation between morphological characteristics, bio-mechanic characteristics of the stroke and swimming velocity among pubescent swimmers. *Research in Kinesiology*, 44(1), 49-53.

Toskić, D, Lilić, L. & Toskić, L. (2016). Influence of the number of strokes and stroke length on swimming velocity of the freestyle technique among pubescent aged swimmers. *Research in Kinesiology*, 44(1), 54-58.

Wisnes, A. R. (2013). *Lærebok i biomekanikk*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

