

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Fakultet for helse og idrettsfag
Høgskolen i Agder - Våren 2007

Sammenlikning av kraftutvikling hos funksjonelt trente og utrente under stabile og ustabile forhold

Pushup som modell

Åsmund Tveitevold

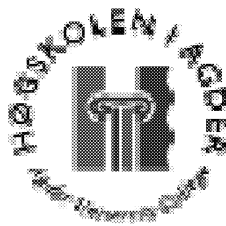
MASTEROPPGAVE

IDR 504

2007

**SAMMENLIKNING AV KRAFTUTVIKLING HOS
FUNKSJONELT TRENTE OG UTRENTE UNDER STABILE
OG USTABILE FORHOLD
- PUSHUP SOM MODELL -**

ÅSMUND TVEITEVOLL



Høgskolen i Agder

Avdeling for helse og idrettsfag

Institutt for idrettsfag

Abstract:

Sammenlikning av kraftutvikling hos funksjonelt trente og utrente under ustabile og stabile forhold.

Formål: Å sammenligne hvordan det å tilføre ustabilitet til en lukket kunstisk kjede pushup påvirker godt trente og utrente forsøkspersoner.

Metode: 12 godt trente menn (T) 22 \pm 5 år med erfaring fra turn, stup, håndball, strongman, styrkeløft og andre idretter med store krav til funksjonell styrke i skulderleddet ble sammenlignet med 8 utrente menn (UT) 23 \pm 2. Forsøkspersonene utførte 4 forskjellige varianter av pushup under både stabile (S) og ustabile (US) forhold. Ustabiliteten ble tilført gjennom at personene holdt i 2,5 m lange slynger som var festet i taket. Testene som ble utført var: 1) Maksimalt antall pushups utført til utmattelse, 30 repetisjoner pr. min. 2) Maksimal konsentrisk kraftutvikling mot kroppsvekt. 3) Maksimal isometrisk kraftutvikling i pushup stilling, 90 grader i albueleddet. 4) Isometrisk tid til utmattelse i pushup stilling, 90 grader i albueleddet. Kraft ble målt med kraftceller eller kraftplattform avhengig av test. Albuevinkel ble målt med albue-goniometer.

Resultater: Ratioen mellom maksimal antall pushups S og US (T: US 30 \pm 6, S 36 \pm 8; UT: US 7 \pm 3, S 18 \pm 6) var 0,85 \pm 0,1 hos T og 0,37 \pm 0,13 hos UT (p 0,001). Ratio mellom isometrisk tid til utmattelse ved 90 grader i albueledd US/S var 0,82 vs 0,65 (P 0,05) hos T og UT. Maksimal isometrisk og konsentrisk kraftutvikling viste ingen signifikant forskjell mellom T og UT når man sammenlignet US og S.

Konklusjon: Ustabilitet tilført skulderleddet påvirker i liten grad prestasjon hos trente individer. Hos utrente derimot så vi en signifikant nedgang i prestasjon i submaksimale tester til utmattelse isometrisk og dynamisk. Submaksimale til utmattelse tester skiller bedre trente og utrente ved testing ustabil og stabilt.

Forord

Jeg ønsker med dette å takke alle som har hjulpet meg i mitt masterarbeide.

Først og fremst vil jeg takke **Leiv B. Sødal**. Min medstudent, gode venn og treningspartner gjennom snart 6 år for et fantastisk samarbeid!!!

Min veileder, professor **Stephen Seiler** for all støtte, hjelp og ikke minst for at han gav meg et spark bak de gangene jeg trengte det!

En kjempe takk til min kjære kone **Veronika** for at hun holdt ut med meg de travleste dagene med full jobb og masse oppgaveskriving.

Takk til **Nordisk Terapi** som bidro med diverse testutstyr. Takk til **Spicheren Treningssenter** for et godt samarbeid. Takk til **idrettslinja på Gimle VGS** som la forholdene til rette for at deres elever kunne delta i prosjektet.

Til slutt vil jeg takke alle de frivillige **testpersonene** i forbindelse med prosjektet. Uten dere hadde ikke dette vært mulig.

Åsmund Tveitevøll

10. Januar 2007

Innhold:

Forord	3
Innhold:	4
1.0 Innledning	6
1.1 Problemområde	6
1.2 Problemstilling	6
2.0 Teori	7
2.1 Kraft og kraftutvikling	7
2.1.1 Kraft og styrke.....	7
2.1.2 Dynamisk og isometrisk kraftutvikling.....	7
2.1.3 Ulike typer kraftutvikling.....	8
2.1.4 Test av styrke og kraftutvikling	8
2.1.5 Viktige variabler ved testing av kraftutvikling	9
2.2 Kraftutvikling under ustabile forhold.....	12
2.3 Trente og utrente	15
2.4 Utledning av problemområde.....	16
3.0 Metode.....	18
3.1 Beskrivelse	18
3.2 Utvalg	18
3.2.1 Trente	18
3.2.2 Utrente.....	18
3.3 Utstyr.....	19
3.3.1 Måling av kraftutvikling.....	19
3.3.2 Måling av vinkel i albueledd.....	19
3.3.3 Annet utstyr	20
3.4 Tester og testprotokoll.....	21
3.4.1 Testprotokoll	21
3.4.2 Tester.....	22
3.5 Innsamling av data	26
3.6 Statistikk.....	28
4.0 Resultater.....	29
4.1 Testpersoner	29
4.2 Dynamiske tester.....	29

4.2.1 Utholdende dynamiske pushups.....	29
4.2.2 Maksimal dynamisk pushup.....	30
4.3 Isometriske tester.....	31
4.3.1 Maksimal isometrisk kraftutvikling	31
4.3.2 Utholdende isometrisk test.....	32
5.0 Diskusjon.....	34
5.1 Testgruppen.....	34
5.2 Utholdende dynamiske pushups.....	34
5.3 Maksimal dynamiske pushups.....	35
5.4 Maksimal isometriske pushups.....	35
5.5 Utholdende isometriske pushups.....	36
5.6 Konklusjon	36
5.7 Veien videre	37
6.0 Litteraturliste	38

1.0 Innledning

Prestasjon i idrett er ofte avhengig av evnen til å utvikle kraft under ustabile forhold. I idretter som ishockey, fotball og håndball vil de fleste avslutninger på mål skje med en fot i bakken, gjerne i fart, altså i en svært ustabil situasjon. Utøverens funksjonelle styrke vil her være avgjørende for suksess.

Styrketreningen for idrett og prestasjon har de siste årene blitt mer rettet mot øvelser og utstyr med en grad av ustabilitet. Eksempler på dette er Terapimaster™, BOSU™, Terapiball og balanseputer. Ustabil trening kan ha en positiv effekt ved å være skadeforebyggende, prestasjonsfremmende samt styrke stabiliserende muskulatur.

1.1 Problemområde

Tradisjonell styrketesting skjer gjerne under stabile forhold og reflekterer derfor ikke idrettens natur. Jeg ønsker i min oppgave å se på kraftutvikling under ulike tester der ustabilitet blir tilført. Jeg har valgt pushups som øvelse og tester funksjonelt godt trente og utrente. Kollega Leiv Sødal vil undersøke muskelaktivering på de samme testene.

1.2 Problemstilling

Vil funksjonelt trente ha et mindre tap av prestasjon når ustabilitet tilføres en stabil pushup.

2.0 Teori

Jeg vil i dette kapittelet presentere teori jeg har benyttet i forskningen min. Herunder teori om kraft og kraftutvikling, trente og utrente, test av kraftutvikling og styrke, samt spesielle forhold rundt testing der det er et innslag av ubalanse.

2.1 Kraft og kraftutvikling

Under presenteres en begrepsavklaring over aktuelle variabler.

2.1.1 Kraft og styrke

Styrke blir oftest definert som kraften produsert i en maksimal frivillig muskelkontraksjon. Gullstandarden for testing av maksimal styrke er 1RM (ACSM 1995). Styrke blir i idrettsfysiologien ofte målt som kraft (N). Kraften utviklet i en bevegelse er direkte avhengig av kraften utviklet i musklene som deltar i bevegelsen, og gir dermed et godt bilde av dette. I mine forsøk er kraftutvikling det mest anvendelige, og jeg vil derfor videre legge vekt på denne som viktigste variabel.

2.1.2 Dynamisk og isometrisk kraftutvikling

Kraft kan måles under to ulike forhold:

- Isometrisk: Ingen bevegelse. Lengden på de involverte musklene er lik under testingen.
- Dynamisk: Musklene forkorter seg (konsentrisk) eller forlenger seg (eksentrisk).

Rahmani et al. sammenliknet isometriske 90 graders knebøy og dynamiske knebøy mellom 90 og 180 grader. Det viste seg å ikke være en signifikant sammenheng i prestasjon (Rahmani et al. 2001). Dette kan ha noe med knebøyens egenart, og forskjellen i kraftutvikling ved ulike posisjoner i løftet. Også et annet forsøk viste at utviklingen av dynamisk og isometrisk kraft ikke har en signifikant sammenheng, noe som kan tyde på at mekanismene som fører til økt dynamisk styrke ikke er de samme som fører til økt isometrisk styrke (Baker et al. 1994). Dette støttes også av Wilson og Murphy (1996). Det er også funnet lav korrelasjon ($r=0,47-0,55$) mellom isometrisk benkpress og dynamiske prestasjoner (Murphy & Wilson 1996). En annen undersøkelse gjort på isometriske og dynamiske frivendinger (80, 90 og 100 % av 1RM) viste derimot korrelasjon mellom isometrisk og dynamisk kraftutvikling ($r=0.66, 0.77$ og 0.80).

Samme forsøk viste en tendens til at isometrisk maksimal kraftutvikling i størst grad hadde sammenheng med maksimal dynamiske kraftutvikling der en høy relativ belastning ble brukt (Haff et al. 1997). For fullstendig kartlegging av evne til å utvikle kraft gir det et best bilde å måle begge aspekter.

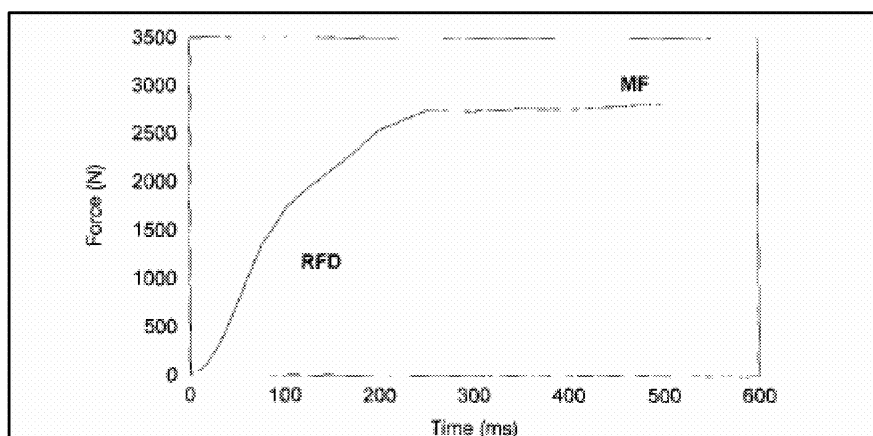
2.1.3 Ulike typer kraftutvikling

Maksimal kraft

Maksimal kraft er den maksimale kraften som blir oppnådd under en bevegelse. Denne sier noe om musklenes maksimale evne til kraftutvikling. Prestasjonen ved bevegelser med en varighet på over 250 ms vil i størst grad være avhengig av maksimal kraft (Haff et al. 1997).

Eksplosiv kraftutvikling

Dette begrepet beskriver musklenes evne til å utvikle kraft på kort tid. Prestasjonen ved bevegelser med en varighet på under 250 ms vil i størst grad være avhengig av evnen til eksplosiv kraftutvikling (Haff et al. 1997, Mirkov et al. 2003).



Figur 1: Kraft-tid-kurven (Haff et al. 1997).

2.1.4 Test av styrke og kraftutvikling

1RM og XRM

1RM testing utføres ved at belastningen i en øvelse økes til forsøkspersonen kun klarer å utføre en repetisjon. XRM kan for eksempel være 8RM, der belastningen bli økt til forsøkspersonen kun klarer 8 repetisjoner. Tilstrekkelige pauser må gis (McArdle et al. 2001).

Kraftutvikling

Kraftutvikling kan måles ved hjelp av kraftplattformer, kraftceller og andre redskaper som registrerer kraft (N) utført, enten isometrisk eller dynamisk (McArdle et al. 2001).

Predikere maksimal muskelstyrke ut i fra submaksimale belastninger

Et problem ved testing av maksimal kraft og styrke er at maksimale tester er svært krevende og innebærer en viss skaderisiko. Disse krever også ofte avansert utstyr. Som kartleggingstester og felt tester blir det derfor ofte brukt submaksimale tester.

Det er også viktig at den kraften som blir målt i en kraftutviklingstest korrelerer med 1RM.

Predikere 1RM ut ifra submaksimale tester til failure

Kan man ved å la forsøkspersonene utføre maksimalt antall repetisjoner på en gitt belastning predikere deres maksimale styrke? Forskningen som foreligger på området tyder på at ved færre enn ti repetisjoner er sammenhengen høy (Brzycki 1993). Tabeller er utviklet for dette formålet (Brzycki 1993). En undersøkelse gjort på benkpress viste at maksimalt antall repetisjoner på 70 % av 1RM hadde bedre korrelasjon enn 80 % og 90 % av 1RM når satt inn i en gitt formel. Her ble gjennomsnittlig antall utførte repetisjoner 16 +/- 2.4, noe som tyder på at også høyere reps har en sammenheng (Kravitz et al. 2003). Det er allikevel naturlig å anta at korrelasjonen er lavere dess lengre bort fra 1RM vi måler (Brzycki 1993).

Sammenheng mellom 1RM og maksimal kraftutvikling ved submaksimale belastninger

Vil man kunne finne maksimal kraft ved å måle kraftutvikling i øvelser der belastningen er lav? Forskning viser at forsøkspersoner kan utvikle større kraft ved høyere belastning. Hastigheten på bevegelsen vil synke (Rahmani et al. 2001). Høyest effekt kan derimot utvikles ved lave belastninger. Effekt og 1RM korrelerer i benkpress ved 20, 60 og 80 % av 1RM (Cronin et al. 2000). Dette indikerer at maksimal kraftutvikling ved lave belastninger har en sammenheng med 1RM.

2.1.5 Viktige variabler ved testing av kraftutvikling

Jeg vil her gå inn på hvordan ulike forhold, metoderelaterte og fysiske forhold som kan påvirke kraftutviklingen i vår test. Dette er faktorer vi i størst mulig grad må kontrollere for.

Ledd-vinkel

I en gitt øvelse vil det utvikles ulik kraft etter hvilken leddvinkel som er på det gitte tidspunkt. Ved isometriske tester vil man se varierende maksimale kraftutviklinger ved ulike leddvinkler (Murphy & Wilson 1996). Tester man dynamisk kraftutvikling vil man se det samme ved registrering av kraft på ulike vinkler. ROM vil påvirke leddvinkelutslag og omvendt.

Større belastninger vil normalt kunne brukes under 1RM testing i begrenset ROM, eksempelvis ved halve knebøy (McLaughlin et al. 1978).

Kroppsposisjon

I de fleste øvelser vil kroppsposisjon og kroppsholdning være avgjørende for ROM, leddvinkel og muskelgrupper som i størst grad er aktive. Dette vil påvirke kraftutvikling, samt hvilke muskler målingen reflekter. For å kontrollere for dette er det viktig å følge en gitt oppskrift, der alle detaljer om grep, stilling og lignende er beskrevet. Undersøkelser gjort på muskelaktivering og kraftutvikling ved ulike grepsbredder, samt pronering/supinering av grep ved pushups viser at dette er av stor betydning (Cogley et al. 2005, Gouvali & Boudolos 2005, Donkers et al. 1993). Det samme viser seg i benkpress (Lehman 2005).

Vinkelakselerasjon/akselerasjon og hastighet på bevegelsen

Kraft defineres som masse * akselerasjon. Akselerasjonen vil derfor være avgjørende for kraftutvikling. Ved testing av maksimal kraftutvikling er det derfor viktig å gi instruksjoner på at bevegelsen skal utføres så eksplosivt som mulig (Sahaly et al. 2001).

Belastning

Belastningen brukt i øvelsen vil være avgjørende for kraften som kan utvikles (Haff et al. 1997). I øvelser med kroppsvekt vil det derfor være viktig å registrere belastning ved de ulike kroppsposisjoner, for eksempel i øvre og nedre del av en pushups. Gouvali og Boudolos (2005) fant at gjennomsittsbelastning i utgangstilling i pushups var 66,4 % av kroppsvekten.

Tretthet

Grad av tretthet vil kunne være avgjørende for evne til å utvikle kraft. Elementer som pauser, antall repetisjoner og sett vil kunne påvirke resultatene (Lee et al. 2003).

Pauser

Lengde på pauser ved maksimale isometriske og dynamiske tester bør være 1-5 min. Forsøk gjort med 1, 3, eller 5 minutt pause viste ingen signifikant forskjell når to 1RM-løft ble tatt etter hverandre (Matuszak et al. 2003, Weir 1994). De fleste forsøk bruker 3 minutter som standard pause mellom forsøk (Behm et al. 2002, Anderson & Behm 2004, Haff et al. 1997). Ved forsøk som går til utmattelse bør pauselengden være lengre.

Et forsøk gjort i benkpress med to sett til utmattelse og 1, 3 og 5 minutt pauser viste at ingen av pauselengdene gav nok hvile til å prestere like bra på det andre settet (Richmond & Godard 2004). Det er derfor å anta at lengre pause trengs ved påfølgende tester til failure.

Repetisjoner

Antall repetisjoner ved maksimale tester er lavt, normalt 1-3. Ved flere repetisjoner kan det komme en nedgang i evnen til å produsere kraft (Abdessemed et al. 1999). Videre kan det i noen øvelser behøves noen repetisjoner for å klare å prestere maksimalt. En såkalt læringseffekt forekommer (Blazevich & Gill 2006, Duncan et al. 2005).

Antall sett

For å kontrollere for variabilitet og læringseffekt er det vanlig å teste 2-3 sett på maksimale kraft og effekt tester (Haff et al. 1997). Et stort antall testøvelser eller test-sett vil kunne gi nedgang i prestasjon på de senere øvelsene (Simao et al. 2005).

Kjennskap til øvelsen

Øvelser er spesifikke. En person vil klare å utøve større kraft i en kjent bevegelse enn en ukjent. Fenomenet læringseffekt er en faktor det er viktig å kontrollere for i alle typer tester. En vanlig prosedyrer å la forsøkspersonene få noen økter med test øvelsene før selve testingen (Mayhew et al. 2005). Om personen er trent spesifikt under ustabile forhold kan også påvirke kraftutviklingen. En person som er godt trent ustabil vil ha redusert tapet av kraftutvikling, økt inter-muskulær koordinasjon og redusert ko-kontraksjon (Behm et al. 2002). Dette vil gjøre at personen presterer bedre i en test av maksimal kraftutvikling gjort ustabil i forhold til en person som ikke er godt trent under ustabile forhold.

Grad av oppvarming

Både generell og spesifikk oppvarming er viktig for å prestere i en test av maksimal kraftutvikling (Schibye et al. 2001). En anbefalt metode er å etter en generell oppvarming ha en spesifikk oppvarming med stigende intensitet (ACSM 1995, Kraemer & Fry 1995).

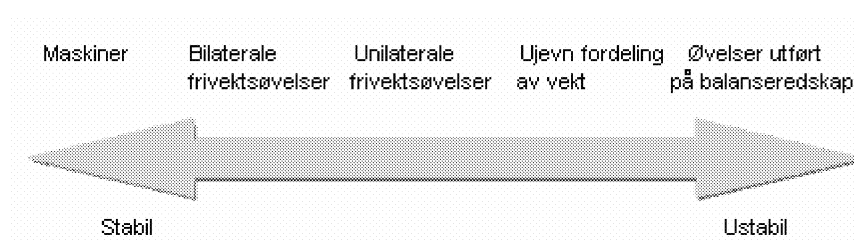
Feedback

Feedback er nødvendig for å prestere opp mot sitt maksimale under testing. Riktig instruksjon før og under testingen er også nødvendig for et valid resultat (Sahaly et al. 2001). Grad av opp-psyking vil også kunne påvirke kraftutvikling (Tod et al. 2003).

Grad av stabilitet

Grad av stabilitet vil som tidligere nevnt påvirke kraftutvikling. Dette må derfor kontrolleres for. I mitt tenkte forsøk vil en faktor som lengde på terapimaster tau være avgjørende for grad av ustabilitet.

2.2 Kraftutvikling under ustabile forhold



Figur 2: Grad av stabilitet i ulike øvelser.

De fleste bevegelsesoppgaver vi blir stilt overfor i hverdagen og på idrettsbanen stiller krav til balanse. Tradisjonell styrketrening blir ofte gjort i apparater der bevegelsesbanen er fiksert. Overførbarheten på slik trening blir derfor ofte dårlig. Spesifisitet er viktig (Behm & Anderson 2006). Trening for å bli god til å utøve kraft i situasjoner der man har balanse som et element bør derfor gjenspeile disse situasjonene.

Ubalanse blir ofte tilført på underlaget ved å sitte eller stå på ulike ustabile plattformer som balansedisker, terapiball, Bosu, Terapimaster eller balansebrett. Unilateral trening kan også gi samme effekten (Behm & Anderson 2006). Ved å tilføre ustabilitet til en situasjon der en skal utøve kraft opplever vi ofte en nedsatt kraftutvikling i forhold til den samme bevegelsen under stabile forhold. Samtidig kan total muskelaktivering holde seg like høyt eller øke (Vera-Garcia et al. 2000). Det er å forvente at tap av kraftutvikling øker i takt med grad av tilført ustabilitet.

Et forsøk gjort med knestrekkeøvelse sittende på Swiss-ball og benk viste en forskjell i maksimal kraftutvikling på 70,5 % mellom stabil og ustabil (Behm et al. 2002). Dette blir også vist i et forsøk med maksimale isometriske brystpress på Swissball™ og benk, der forsøkspersonene produserte 59,6 % mindre kraft under de ustabile forholdene (Anderson & Behm 2004). Det ser ut til at øvelser med større grad av ustabilitet også gir større forskjeller mellom stabil og ustabil maksimal kraftutvikling (Behm et al. 2002).

Den lave kraftutviklingen kan gi mindre styrkegevinst på grunn av mindre krav til kraftutviklende muskulatur. Stabil og ustabil trening bør derfor kombineres hvis økt prestasjon er et mål (Behm & Anderson 2006).

Kornecki et al. (2001), Kornecki & Zschorlich (1994) og Kornecki (1995) har også gjort pressforsøk for overkroppen. Her presset forsøkspersonene mot et håndtak med ulik grad av stabilitet og kraft, hastighet og effekt ble målt sammen med EMG. Dette er en åpen kinetisk kjede. Det første forsøket viste en reduksjon i kraftutvikling, effekt og hastighet på 20-40%, det andre viste en reduksjon på 30%, samt en økning i EMG i stabiliserende muskulatur i håndleddet på 40%.

Antall frihetsgrader i øvelsen vil kunne påvirke evnen til å utvikle kraft både positivt og negativt. I et forsøk som sammenliknet knebøy og benkpress med frivekter og i en Smithmaskin fant man at 1RM i knebøy var høyest i Smithmaskinen, mens i benkpress ga frivekter signifikant høyere kraftutvikling. I en maskin vil en bevegelse være låst, og forsøkspersonene vil derfor ikke kunne involvere samme muskler som under en fri bevegelse (Cotterman et al. 2005).

Faktorer som bestemmer kraftutvikling under stabile og ustabile forhold

De fysiologiske begrensningene for kraft deles oftest inn i neurologiske og muskulære faktorer (Fleck & Kraemer 2003).

Tabell 1: Tabellen viser muskulære og neurologiske faktorer som bestemmer kraftutvikling (Bird et al 2005, Fleck & kraemer 2003, Carrol et al. 2001).

Muskulære faktorer	Neurologiske faktorer
Muskeltverrsnitt	Antall motoriske enheter
muskelfibertype	Fyringsfrekvens
Energilagre	Intermuskulær koordinasjon
	Intramuskulær koordinasjon

Ved krafutvikling under ustabile forhold ser det ut til at muskelfunksjon til stabiliserende muskulatur er av betydning, samt et balansert styrkeforhold over leddene (Baker & Newton 2000, Chandler et al. 1992, Labriola et al. 2005, Bayios et al. 2001, Ng & Lam 2002,

Carpenter et al. 1998, Lee et al. 2003). De neurologiske faktorene ser ut til å være viktigst når øvelser utføres på ustabil underlag. Evne til å koordinere bevegelser og bruke stabiliserende muskulatur effektivt vil være den viktigste faktoren for å prestere under ustabile forhold

Ved knebøy med ulik grad av stabilitet: i smith maskin, vanlig og på balanseputer viste Anderson og Behm (2005) økt aktivitet i kroppsstabiliserende muskulatur ved å tilføre ustabilitet til bavegelsen. Vera-Garcia et al. (2000) viste det samme ved curl-ups vanlig eller på Swissball™. Lehman et al. (2005) viste også en økning i EMG ved ulike bro-øvelser gjort på Swissball™ i forhold til stabilt. Lehman et al. gjorde i 2005 et annet forsøk der de gjorde øvelser på Swissball™ og benk. De fant liten endring i muskelaktivitet, noe som kan ha noe med grad av ustabilitet, samt om det ustabile underlaget er det viktigste støtten i øvelsen og om øvelsen er en lukket eller åpen kinetisk kjede.

Marshall og Murphy (2006) viste at muskelaktiviteten økte der det ustabile underlaget er den viktigste støtten for forsøkspersonen.

Årsaken til at total muskelaktivitet holder seg eller øker mens kraftutvikling synker kan være at mer kraft blir brukt til å stabilisere (Behm & Anderson 2006). Kraftutviklende muskulatur får ofte en nedgang i EMG aktivitet når øvelsen er en åpen kinetisk kjede (Anderson & Behm 2005). Kraftutviklende muskulatur kan ved ustabile øvelser som er lukket kinetisk kjede være med å stabilisere og derfor få en økt aktivering (Anderson & Behm 2004).

Vi kan også få en økning i antagonistisk aktivering. Behm et al. fant en økning på antagonistisk muskelaktivering på 30,7% og 40,2% ved tilført ustabilitet i to øvelser (Behm et al. 2002). Mindre stabiliserende muskulatur får en økt aktivering (Kornecki & Zschorlich 1994, Anderson & Behm 2005, Enoka 1988). Carpenter et al. (1998) viste at forsøkspersonene gjennom gjennom ustabil trening lærer seg å stive av de ustabile leddene. Dette kommer ofte av økt ko-kontraksjon. Denne ko-kontraksjonen gir større motstand i bevegelsen, og senker dermed hastigheten (Behm & Anderson 2006).

Ved tilførsel av ustabilitet til en øvelse vil faktorer som greps plassering, greps bredde, arbeidsvinkler og bevegelsesbane ofte endres. Faktorer som dette har vist seg å være avgjørende, og vil kunne påvirke prestasjon i en bestemt øvelse (Lehman 2006, Cogley et al. 2005, Gouvali & Boudolos 2005, Rutherford & Jones 1986, Stone 1982).

Høy EMG og lav kraftutvikling kan være en fordel for rehabiliteringstrening og for personer som trener styrke med lav intensitet (Behm & Anderson 2006).

Lear og Gross gjorde et forsøk med forskjellige typer pushups der de undersøkte EMG aktivering blant annet på pushups på små trampoliner. Forsøket viste ingen forskjell i muskelaktivering på skapula-stabilisatorene. Grunnen til dette kan være for liten ustabilitet i underlaget (Lear & Gross 1998).

Lehman et al. gjorde i 2006 et forsøk med pushups på Swissball™. Her fant de muskelaktivering på latissimus dorsi, pectoralis major, triceps, rectus abdominis og eksternus obliquus. Øvelsene de testet var pushups med beina på benk, pushups med beina på ball, pushups med hendene på benk og pushups med hendene på ball. De målte ikke kraftutvikling og utførelsen av øvelsen var ikke maksimal. Forsøket viste at det var kun når ustabiliteten ble tilført der kraftutviklingen var at det ble en forskjell i muskelaktivering. Aktiveringen av pectoralis major var lik, mens aktiveringen av triceps og rectus abdominis økte når ustabilitet ble tilført. For å få en forskjell i muskelaktivering ser det derfor ut som man må utføre en øvelse som er en lukket kinetisk kjede, der kraften utvikles på det ustabile underlaget. Det ble kontrollert for høyde, ved at benk og ball var like høye. Hender og føtter får midlertidig en høydeforskjell som gjør øvelsen litt forskjellig fra vanlig horisontal pushups. Forskerene spekulerte i at aktiveringen i triceps var større fordi denne går over to ledd: skulder og albue, og derfor jobber ved ustabile forhold. Pectoralis major var uendret, dette muligens fordi den i hovedsak er en hovedbeveger, og ikke en stabilisator.

Rectus abdominis, external oblique, internal oblique, latissimus dorsi, erector spinae, pectoralis major, triceps brachii, biceps brachii og anterior deltoid ble i et forsøk av Freeman et al. undersøkt under 12 ulike pushups. Her gjorde forsøkspersonene ulike varianter, blant annet med hendene på en ball og enarms pushups. Forsøket viste ulik muskelaktivering mellom de ulike pushups variantene (Freeman et al. 2006).

2.3 Trente og utrente

Flere faktorer påvirkes gjennom styrketrening. En intervensjonsperiode kan gi adaptasjoner i muskulaturen, nervesystemet og det hormonelle system.

Konsekvensene av adaptasjonene kan være økt muskelstyrke, økt lokal muskelutholdenhet, økt effektutvikling, økt beintetthet og økt insulinsensitivitet (Deschenes & Kraemer 2002, Kraemer & Ratamess 2005, Bird et al. 2005, Kamen 2004, Carrol et al. 2001, Hakkinen 1989, Edstrøm & Grimby 1986).

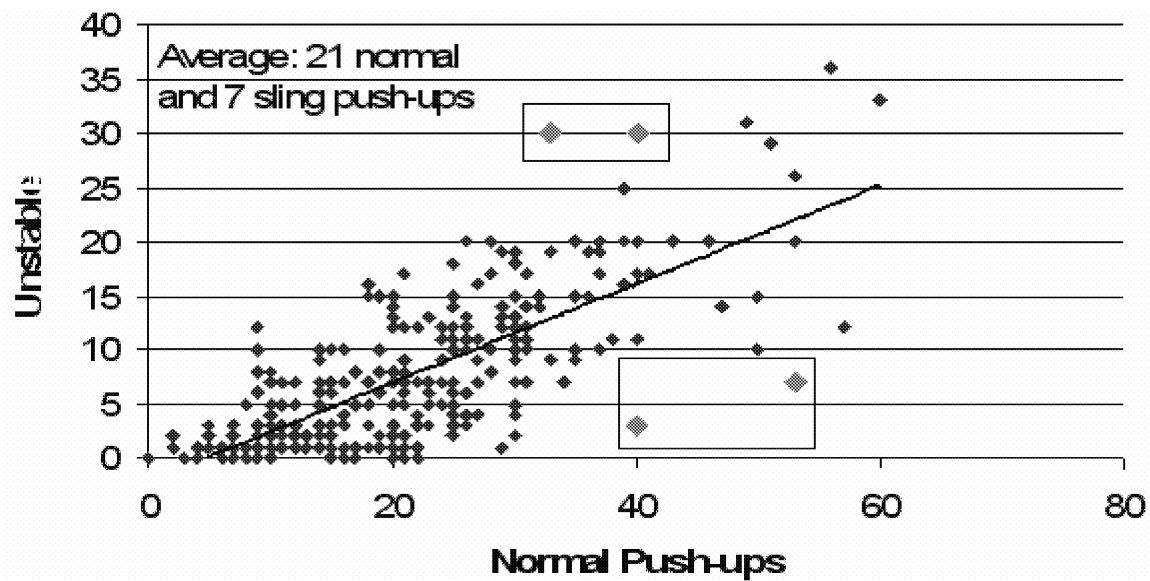
Trening er spesifikk. Faktorer som intensitet, volum, hastighet, treningsform, bevegelsesbane vil påvirke treningsutbytte. Det er derfor å anta at utøvere som trener under ustabile forhold vil ha et mindre tap av kraftutvikling når ustabilitet tilføres en testøvelse

Hvilke kvaliteter forandres ved trening under ustabile forhold?

Trening ustabil gir hovedsaklig nevro-muskulære tilpasninger. Senket ko-kontraksjon, økt koordinasjon og bedre sikkerhet i utførelsen av en bevegelse (Behm & Anderson 2006). Et forsøk viste bedre koordinasjon av agonister, antagonister, synergister og stabilisatorer etter trening ustabil (Rutherford & Jones 1986). Trening på ustabil underlag kunne føre til lavere aktivering av antagonist i stabile bevegelser (Behm & Anderson 2006). Vi ser også at utøvere fra idretter med krav til balanse har bedre evne til å behandle proprioseptiv informasjon (Behm & Anderson 2006). Et forsøk av Stanton et al. i 2004 der de trente løpere på Swissball™ viste fremgang på core-stabilitet, men ingen forskjell i løpsøkonomi (Stanton et al. 2004).

2.4 Utleddning av problemområde

Jeg har i min oppgave tatt utgangspunkt i en undersøkelse der maksimalt antall pushups ble utført stabilt og ustabil (Godø og Kaasin 2002). Forsøkspersonene (n=320) klarte i gjennomsnitt 33% av antallet pushups stabilt under ustabile forhold. Ustabiliteten ble tilført ved at forsøkspersonene hadde hendene i slynger festet i taket.



Figur 3: Undersøkelse av stabile og ustabile pushups (Godø & Kaasin 2002). Gjennomsnittet per person var 21 push-ups stabilt, og 7 push-ups ustabil. Innrammet er det markert to ytterligheter.

Det å utvikle tester der grad av stabilitet er eneste forskjell og alle andre faktorer er kontrollert for er en stor utfordring. Tidligere forskning jeg har beskrevet i min teoridel har ikke klart å gjenskape samme forhold. Forhold som høydeforskjell fot-hånd, grepsbredde, grepstype er ikke godt nok kontrollert for. Maksimale dynamiske tester som måler kraftutvikling ved ustabilitet tilført i skulderleddet finnes heller ikke.

Undersøkelsen viste store variasjoner i forholdet mellom prestasjon stabilt og ustabil. Det er naturlig å tro at de som presterer relativt likt stabilt og ustabil har en god funksjonell styrke og kanskje har erfaring fra aktiviteter og idretter som krever dette. Jeg ønsket derfor å ta dette et steg videre, for å teste hvilke tester som i størst grad har sammenheng med funksjonell styrke. For å teste dette vil jeg bruke svært godt trente utøvere og sammenligne disse med utrente.

Jeg har valgt å bruke pushups i slynger som min videre modell for ustabile push-up. Denne skiller seg fra andre varianter av ustabile pushup (for eksempel på balanse Brett eller swissball) ved at grep, høyde og andre faktorer kan gjenskapes. Her er også hendene helt uavhengige av hverandre og med ubegrensede bevegelsesutslag, noe som stiller spesielt store krav til funksjonell styrke i selve skulderleddet. Andre varianter som beskrevet over kan i større grad stille krav til kroppsstabilitet.

3.0 Metode

Jeg vil i metode kapittelet beskrive utvalget, utstyret og protokollen jeg har valgt å bruke. Testutviklingen er gjort i samarbeid med Leiv B. Sødal, som undersøkte muskelaktivering på de samme testene.

3,1 Beskrivelse

Vi tok inn 26 personer til intervju, der treningshistorie, vekt, alder og treningsfrekvens ble registrert. Forsøkspersonene ble deretter kategorisert i tre grupper etter hvor stor erfaring de hadde med trening under ustabile forhold. Gruppe 1 bestod av uttøvere som konkurrerer i en idrett der kraftutvikling under ustabile forhold er sentralt. Klatrerer, kampsportuttøvere, breakdancere og turnerer er eksempler. Gruppe 3 bestod av personer som har liten eller ingen erfaring med kraftutvikling ustabil. I gruppe 2 samlet vi de som ikke hadde nok erfaring for å komme i gruppe 1, men for mye erfaring for å komme i gruppe 3. Uttøverene i gruppe 1 og 3 ble med til videre testing og analyse. Alle forsøkspersonene ble hentet inn til 4 testdager (tabell 2) der de ble testet isometrisk og dynamisk, maksimalt og utholdende under stabile og ustabile forhold.

3.2 Utvalg

3.2.1 Trente

12 personer ble plassert i denne gruppen. Gruppen bestod av menn med en gjennomsnittalder på $22,4 \pm 4,6$ år. Personene veide $83,4 \pm 11,6$ kg, og var $180,2 \pm 6,3$ cm høye. Deres treningsfrekvens var $6,8 \pm 1,8$ ganger per uke. Gruppen trente hovedsakelig med frivekter og egen kroppsvekt, og ble antatt å ha svært god funksjonell styrke i skulderleddet.

3.2.2 Utrente

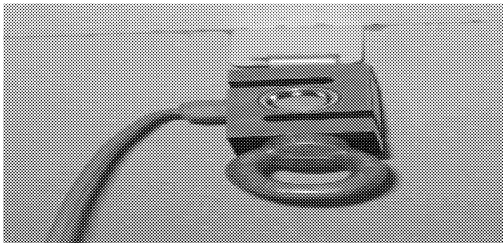
8 personer ble plassert i denne gruppen. Gruppen bestod av menn med en gjennomsnittalder på $23,1 \pm 1,7$ år. Personene veide $75 \pm 11,6$ kg, og var $182,2 \pm 2,1$ cm høye. Deres treningsfrekvens var $1,5 \pm 1,1$ ganger per uke. Gruppen kan betegnes som svært utrente.

3.3 Utstyr

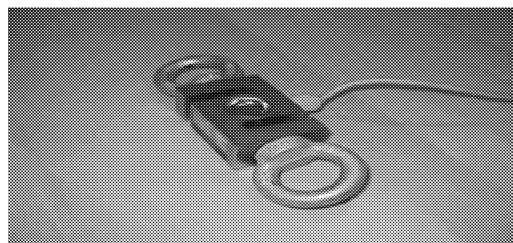
3.3.1 Måling av kraftutvikling

Kraft ble målt på de isometriske testene med en kraftcelle K-Toyo, 333A fra Ergotest technology AS (figur 4 og 5). Denne har en sensitivitet på +/- 32 gram. To av disse kraftcellene ble brukt til å teste kraftutvikling dynamiske under ustabile forhold.

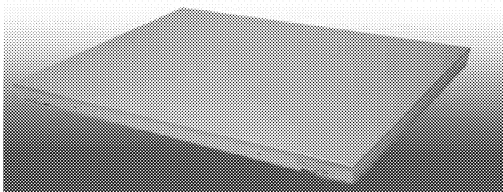
Kraftutvikling dynamisk under stabile forhold ble målt med en kraftplattform ET-FPL 01 fra Ergotest technology AS (figur 6). Kraftplattform og kraftceller ble koblet til Muscledlab 4000 e, Program versjon V 7.18 fra Ergotest Technology AS (figur 7). Dette er en datainnsamlings enhet som kobles til PC med tilhørende programvare. Ulike tids-synkroniserte sensorer som gir informasjon om vinkler, hastighet, kraft og effekt kan tilkobles. Kraftceller og kraftplattform ble før hvert forsøk kalibrert med en hensiktsmessig belastning.



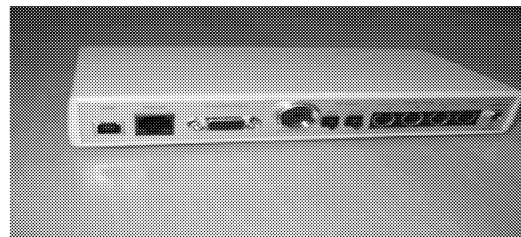
Figur 4: Kraftcelle montert i taket.



Figur 5: Kraftcelle montert med fester.



Figur 6: kraftplattform.

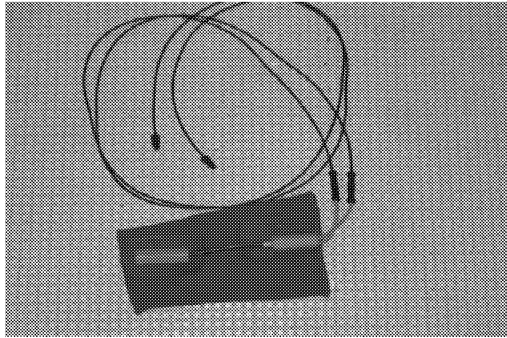


Figur 7: Muscledlab

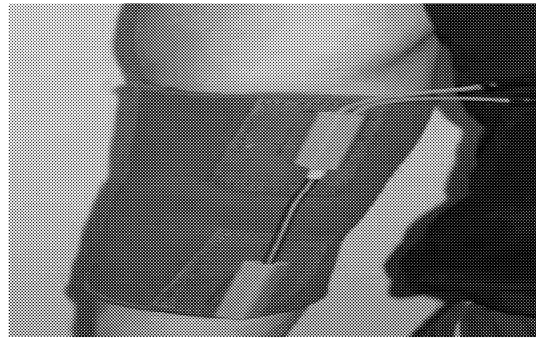
3.3.2 Måling av vinkel i albueledd

Vinkel i albueleddet ble målt med et Elbow goniometer SG 110 fra Biometrics LTD (Figur X) som var festet på en modifisert knestøtte LDT Knee support, str. Small fra Claes Olson.

Denne ble kalibrert på hver enkelt på hver enkelt person ved 90 og 180 grader i albueleddet ved at personen sto med armen addusert og håndflatene pekende nedover.



Figur 8: Albuestøtte med goniometer.



Figur 9: Goniometer på person.

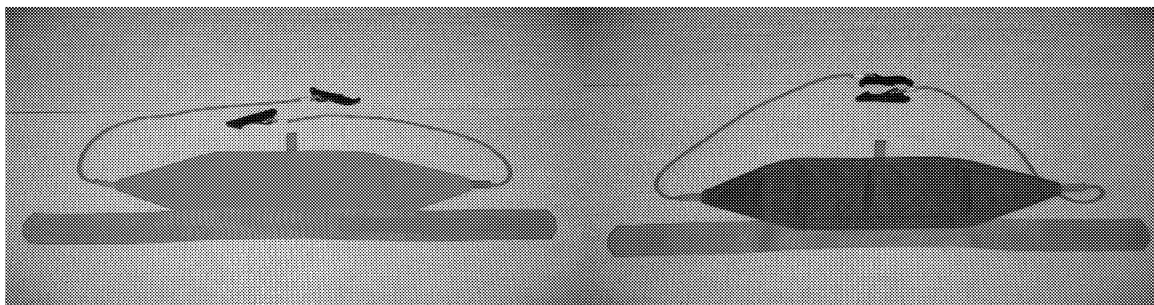
3.3.3 Annet utstyr

Metronom

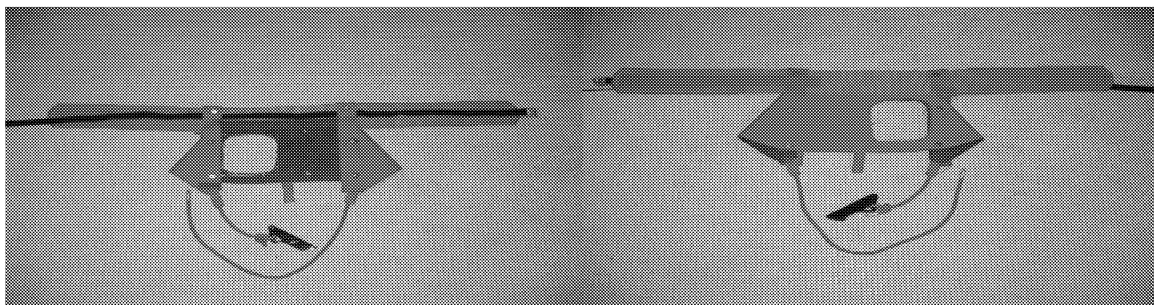
Som takt holder under test av maksimal antall pushups stabilt og ustabilt ble det brukt en metronom, www.matthm.gmxhome.de, Versjon: V 1.0.2 r2, 2005.

Pushups sele

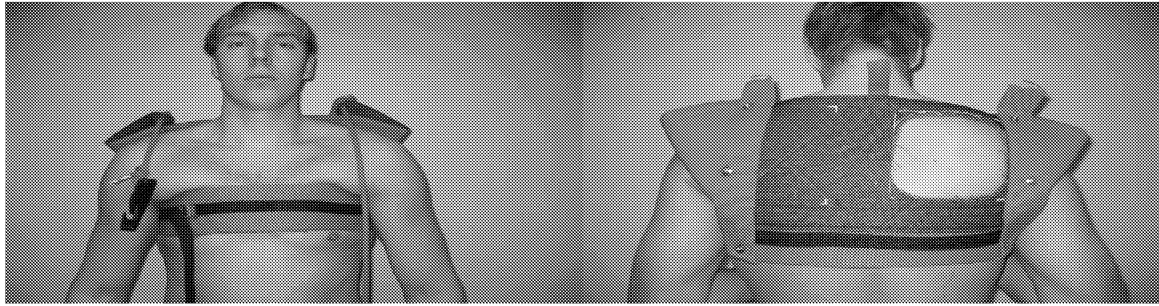
For å skape isometriske forhold ble en modifisert utgave av Traksjonslunge for rygg og bekken fra Nordisk terapi AS festet på personene og festet til treplattoformen (figur x)



Figur 10: Pushups-sele før modifisering.



Figur 11: Pushups-sele etter modifisering.



Figur 12: Sele på person, forfra og bakfra

Terapimastertau og pushupsbøyler

Ekstra tau til terapimaster trainer fra Nordisk Terapi AS ble brukt for å skape ustabile forhold. tauet ble festet i taket til kraftceller. Lengden på tau var fra takfeste til håndtak var 200 cm og bredden ved takfestet var 45cm. Pushupsbøyler fra Europris ble brukt ved stabil utførelse.

Beinhøyder og skummummiklosser

For å kontrollere for ROM og lik høyde mellom fot- og håndfeste ble beinhøyder og skummummiklosser av hensiktsmessig høyde brukt.

3.4 Tester og testprotokoll

3.4.1 Testprotokoll

Forsøkspersonene blir instruert i hele testen. I tillegg blir hensiktsmessig feedback og informasjon gitt underveis. Grepsbredden er i alle testene 45-60 cm, fotplasseringsbredden er 37-67cm. Fot og håndhøyde blir kontrollert for i alle forsøkene. Alt utstyr ble hensiktsmessig kalibrert mellom alle testene. Pausene er satt til 15 min mellom testene. Forsøkspersonene hadde på hver test dag først en generell oppvarming på 10 minutter sykkel eller tredemølle, deretter en spesifikk oppvarming bestående av 2 sett med fem repetisjoner stabile pushups, og ett sett med tre repetisjoner med økende intensitet ustabil. Vi har valgt å teste forsøkspersonene ved 90-110 grader i albueleddet på de isometriske testene. Hver enkelt person vil ha mindre enn 5 graders variasjon mellom testene. Hvis variasjonen er større så gjentas testen. Læringseffekt vil bli kontrollert for gjennom øving den første økten.

Tabell 2: Oversikt over de fire test øktene.

Økt 1	Økt 2	Økt 3	Økt 4
1. Oppvarming	1. Oppvarming	1. Oppvarming	1. Oppvarming
2. Tilvenning	2. Tilvenning	2. Tilvenning	2. Tilvenning
3. Test: Maksimal antall push-ups stabilt	3. Test: Maksimal antall push-ups ustabilt	3. Test: Maksimal dynamisk kraftutvikling, stabilt og ustabilt.	3. Test: Maksimal isometrisk kraftutvikling stabilt og ustabilt.
4. Normaliserings øvelser	4. Normaliserings øvelser		Utholdende isometrisk test stabilt og ustabilt.

3.4.2 Tester

Maksimalt antall pushups ved stabile forhold.

Formål: Målet var å finne det maksimale antall pushups forsøkspersonen kunne gjøre under stabile forhold.

Utstyr: Metronom stilt inn på 30 signal pr minutt, pushupsbøyler, beinhøyder og skumgummiklosser.

Utførelse: Pushups blir tatt på bar bakke ned til berøring av flattliggende hånd. Pushups tas med en frekvens på 30/min. Når forsøkspersonen ikke klarer flere pushups, eller kommer et taktslag bak avbrytes testen.



Figur 13: Stabile pushups

Maksimalt antall pushups ved ustabile forhold

Formål: Målet var å finne maksimalt antall pushups forsøkspersonen kunne gjøre ved ustabile forhold.

Utstyr: Terapimaster-tau, metronom stilt inn på 30 signal per minutt, plattform for bein og skumgummiplate.

Utførelse: Pushups blir tatt i terapimastertauene. De tas ned til berøring av flattliggende hånd og opp i en jevn bevegelse. Hånden er plassert på skumgummiklosser med samme høyde som beinhøyder og løkker på tau. Pushups tas med en frekvens på 30/min. Når forsøkspersonen ikke klarer flere pushups, eller kommer et taktslag bak avbrytes testen.



Figur 14: Ustabil pushups

Kraftutvikling ved maksimale dynamiske pushups under stabile forhold

Formål: Jeg vil med denne testen finne den maksimale kraften som forsøkspersonen kan utvikle ved en dynamisk pushup under stabile forhold.

Utstyr: Kraftplattform, plattform til bein, goniometer på albuestøtte, Musclelab og pushupsbøylar.

Utførelse: Pushups blir med hendene på pushups-bøylene som er plassert på kraftplattformen som vist på figur. Forsøkspersonen starter liggende med brystet på kraftplattformen. Ved start signal går denne opp til rake armer, senker brystkassen ned til kraftplattformen holder spenningen ca ett sekund, får klarsignal og presser seg opp så hardt som mulig. Kroppen holdes rett under hele bevegelsen. Tre repetisjoner utføres to ganger med en pause mellom settene på 5 min.



Figur 15: Dynamiske stabile pushups.

Kraftutvikling ved maksimale dynamiske pushups under ustabile forhold

Formål: Jeg vil med denne testen finne den maksimale kraften som forsøkspersonen kan utvikle ved en dynamisk pushup under ustabile forhold.

Utstyr: 2 kraftceller, plattform til bein, goniometer på albuestøtte, Muscle-lab og skumgummiplate.

Utførelse: Pushups blir utført i tereapimaster-tauene som er festet i taket. Forsøkspersonen starter liggende med brystet. Ved start signal går denne opp til rake armer, senker brystkassen ned til den berører en skumgummiplate, holder spenningen ca ett sekund, får klar-signal og presser seg opp så hardt som mulig. Kroppen holdes rett under hele bevegelsen.

Forsøkspersonen skal utføre tre repetisjoner over to sett med en pause mellom settene på 5 min.

Kraftutvikling ved maksimale isometriske pushups under stabile forhold

Formål: Jeg vil med denne testen finne den maksimale kraften som forsøkspersonen kan utvikle ved en isometrisk pushup under stabile forhold.

Utstyr: 1 kraftcelle, plattform til bein, goniometer på albuestøtte, Muscle-lab, pushupsbøyler, modifisert sele, treplattform og beinhøyder.

Utførelse: Pushups blir utført med hendene på pushups-bøylene som er plassert på en plattform, som vist på figur 17. Forsøkspersonen har på seg den modifiserte selen, som er festet til en kraftcelle som igjen er festet til plattformen. Forsøkspersonen starter liggende med brystet på kraftplattformen. Ved startsignal går denne opp og presser mot selen i 3 sekunder. Vi vil etterstrebe en vinkel på mellom 90 og 110 grader.

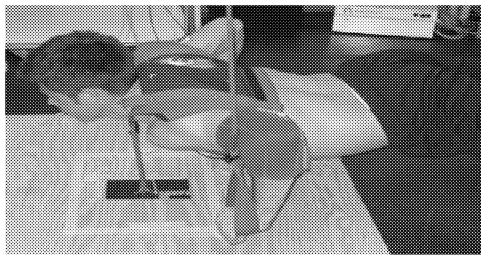
Kroppen holdes rett under hele bevegelsen. Forsøkspersonen skal utføre tre repetisjoner med en pause mellom repetisjonene på 1 min, der han ligger på brystet og hviler.

Kraftutvikling ved maksimale isometriske pushups under ustabile forhold

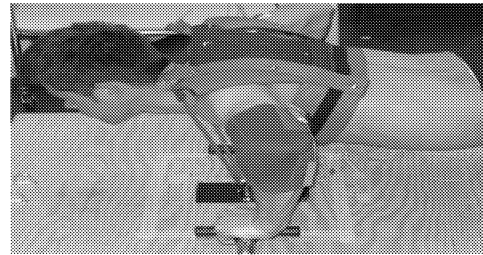
Formål: Jeg vil med denne testen finne den maksimale kraften som forsøkspersonen kan utvikle ved en isometrisk pushup under ustabile forhold.

Utstyr: 1 kraftcelle, plattform til bein, goniometer på albuestøtte, Muscle-lab, terapimaster og modifisert sele.

Utførelse: Pushups blir utført med hendene i løkkene til terapimaster-tauene. Forsøkspersonen har på seg den modifiserte selen, som er festet til en kraftcelle som igjen er festet til plattformen. Forsøkspersonen starter liggende med brystet på kraftplattformen. Ved startsignal går denne opp og presser mot selen i ca 3 sekunder. Vi vil etterstrebe en vinkel på mellom 90 og 110 grader. Kroppen holdes rett under hele bevegelsen. Subjektet skal utføre tre repetisjoner med en pause mellom repetisjonene på 1 min der han ligger på brystet og hviler.



Figur 16: Maksimal isometrisk ustabil pushups.



Figur 17: Maksimal isometrisk stabil pushup.

Maksimal tid ved isometriske pushups under stabile forhold

Formål: Jeg vil med denne testen finne ut hvor lenge forsøkspersonen kan holde 90 grader i albueleddet i en isometrisk pushup under stabile forhold.

Utstyr: Pushupsbøylor, plattform for føttene, tidtaker og goniometer.

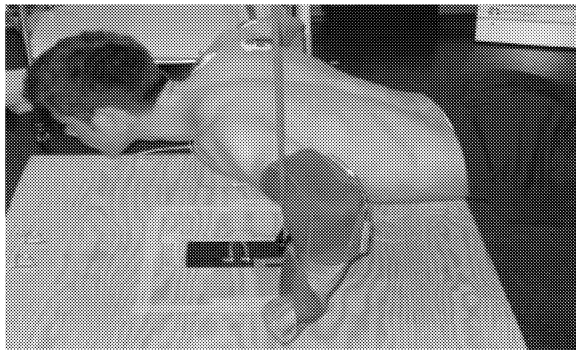
Utførelse: Forsøkspersonen skal stå i statisk pushups posisjon med hender på pushups-bøylor så lenge som mulig. Starter på signal, tid starter når ønsket vinkel i albueleddet er oppnådd. Vi vil etterstrebe en vinkel på mellom 90 og 110 grader i albueleddet. Kroppen holdes rett under hele bevegelsen.

Maksimal tid ved isometriske pushups under ustabile forhold

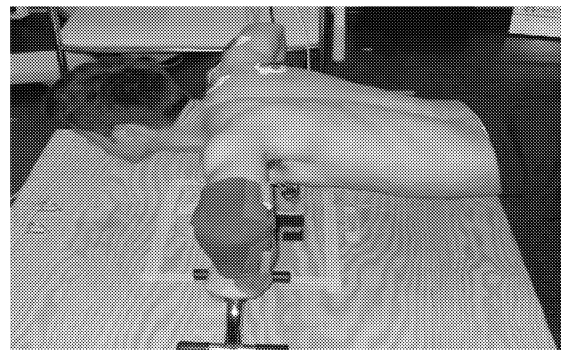
Formål: Jeg vil med denne testen finne ut hvor lenge forsøkspersonen kan holde 90 grader i albueleddet i en isometrisk pushup under ustabile forhold.

Utstyr: Terapimastertau, plattform for føttene, Musclelab og goniometer.

Utførelse: Forsøkspersonen skal stå i statisk pushups posisjon i terapimastertau så lenge som mulig. Starter på signal, tid starter når ønsket vinkel i albueleddet er oppnådd. Vi vil etterstrebe en vinkel på mellom 90 og 110 grader i albueleddet. Kroppen holdes rett.



Figur 18: Utholdende ustabil pushup.



Figur 19: Utholdende stabil pushup.

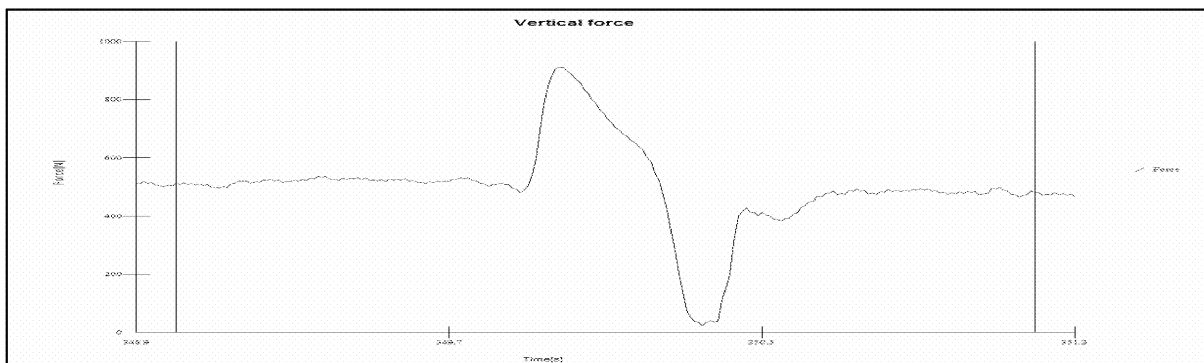
3.5 Innsamling av data

Utholdende dynamiske tester

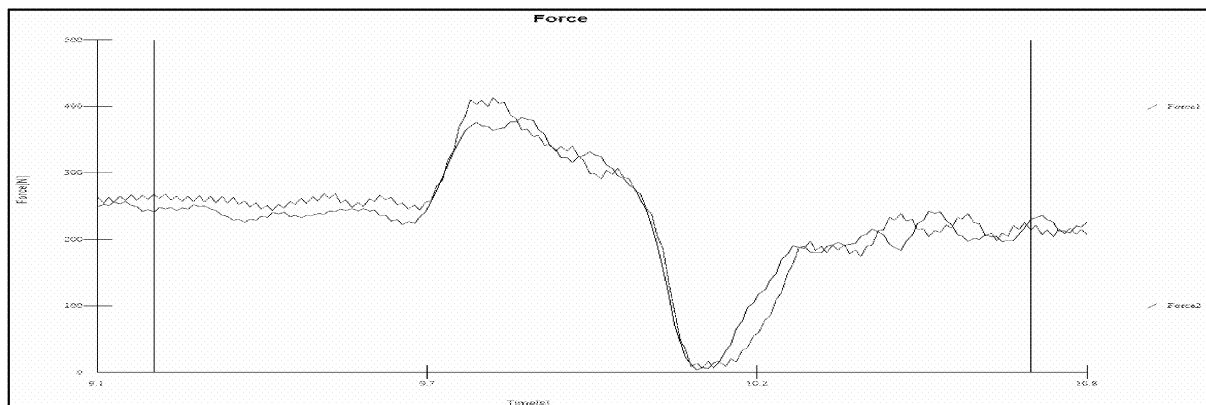
Antall pushups blir ført manuelt.

Maksimale dynamiske tester

Kraften blir registrert av Musclelab programvaren. Den høyeste konsentriske kraftutviklingen leses av. Gjennomsnittet av de seks repetisjonene beregnes. På den ustabile testen summeres begge kraft-cellene.



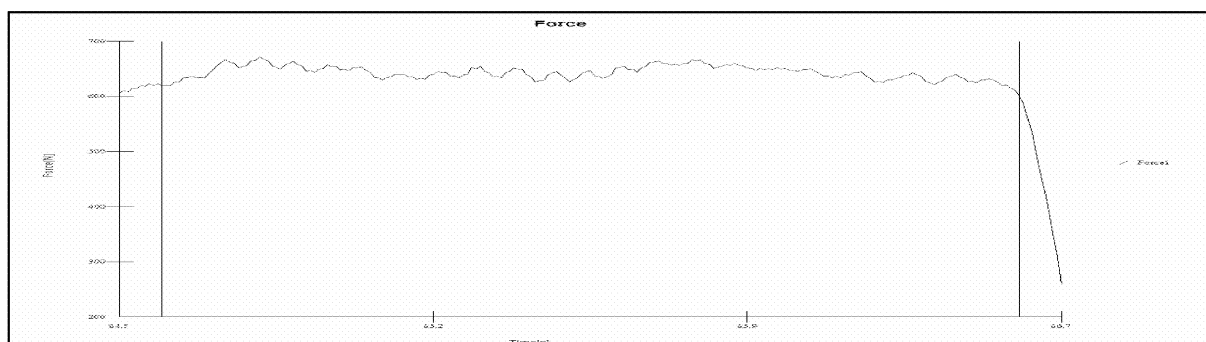
Figur 20: Graf over kraftutvikling (N) på en maksimale dynamiske stabil pushup.



Figur 21: Graf av kraftutvikling (N) på en maksimal dynamisk ustabil pushup.

Maksimale isometriske tester

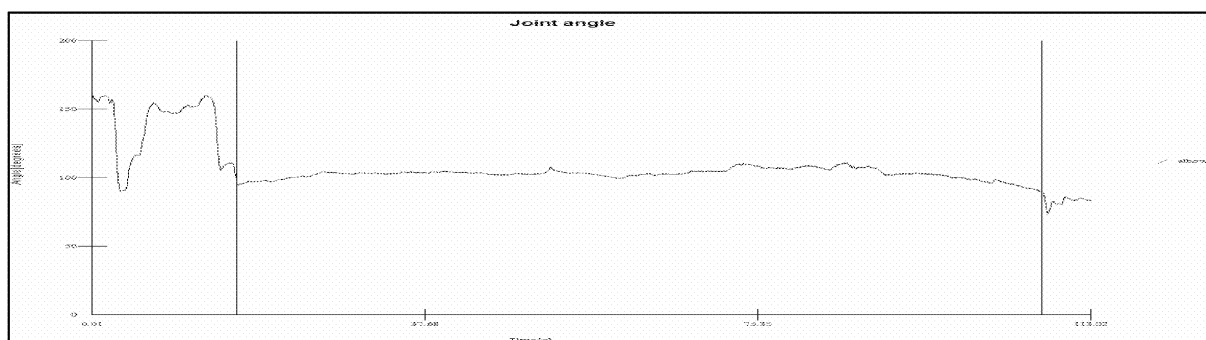
Kraften blir registrert av Musclelab programvaren. Jeg finner gjennomsnittet av maksimalkraften ide tre repetisjonene. Kroppsvekt i pushupsstilling blir kontrollert for ved å legge til kroppsvekt * 0,7. Vinkel blir kontrollert.



Figur 22: Graf over kraftutvikling (N) ved en maksimal isometrisk pushup.

Utholdende isometriske tester

Tiden og vinkel i albueledd blir registrert av Musclelab programvaren Jeg finner tidesperioden subjektet er innenfor ønsket albuevinkel manuelt på grafen over vinkler.



Figur 23: Vinkel i albueleddet (grader) ved en utholdende isometriske stabil pushups.

3.6 Statistikk

Resultatene fra testene ble analysert ved hjelp av Compare Means og Independent-Samples T-Test i SPSS 14.0 for Windows. En p-verdi på $\leq 0,05$ ble vurdert som statistisk signifikant.

4.0 Resultater

4.1 Testpersoner

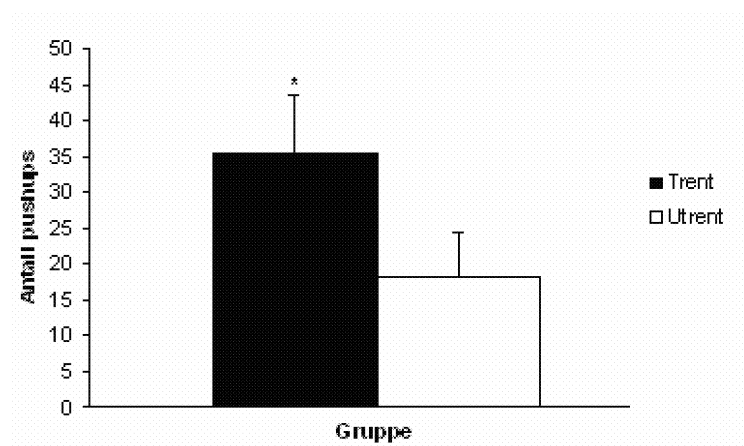
Tabell 3: Beskrivelse av testgrupper. Data presentert som gjennomsnitt \pm Standard avvik * = $p \leq 0,05$ trente vs utrente. Treningsfrekvens beskriver antall treningsøkter per uke. Alle former for trening går inn under denne kategorien. Treningserfaring beskriver antall år personen har drevet aktivt idrett.

	Trent (n=12)		Utrent (n=8)	
Alder (år)	22	± 5	23	± 2
Høyde (cm)	180	± 6	182	± 2
Vekt (kg)	83	± 12	75	± 12
Treningsfrekvens (treningsøkter per uke)	7*	± 2	2	± 1
Treningserfaring (vært aktiv i ant. år)	9*	± 3	4	± 7

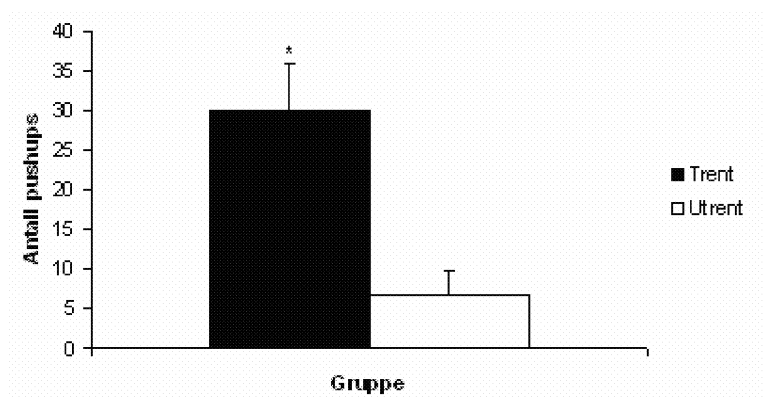
Tabell 3 viser at den trente gruppen (T) har signifikant lengre treningserfaring, trener signifikant oftere enn den utrente (UT). Faktorer som alder, høyde og vekt viser ingen signifikante forskjeller.

4.2 Dynamiske tester

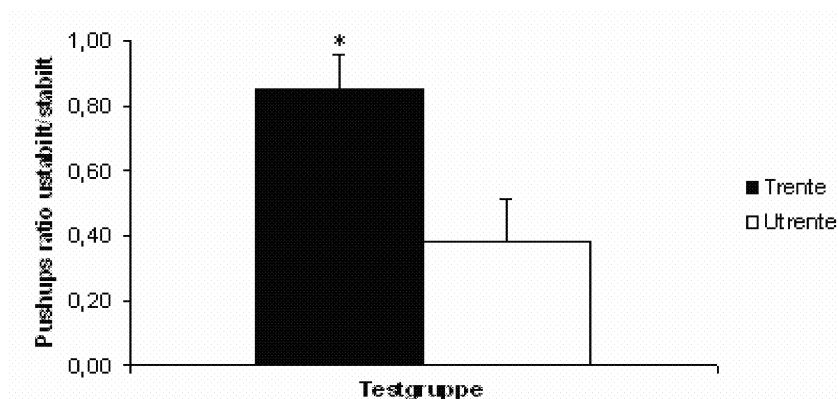
4.2.1 Utholdende dynamiske pushups



Figur 24: Antall pushups utført til utmattelse under stabile forhold for trent og utrent gruppe.



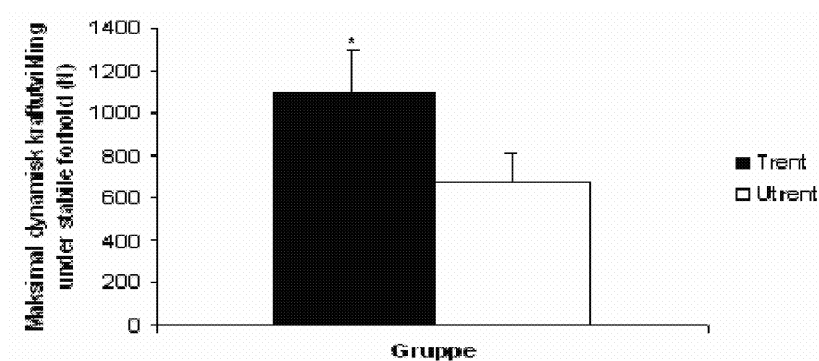
Figur 25: Antall pushups utført til utmattelse under ustabile forhold for trent og utrent gruppe.



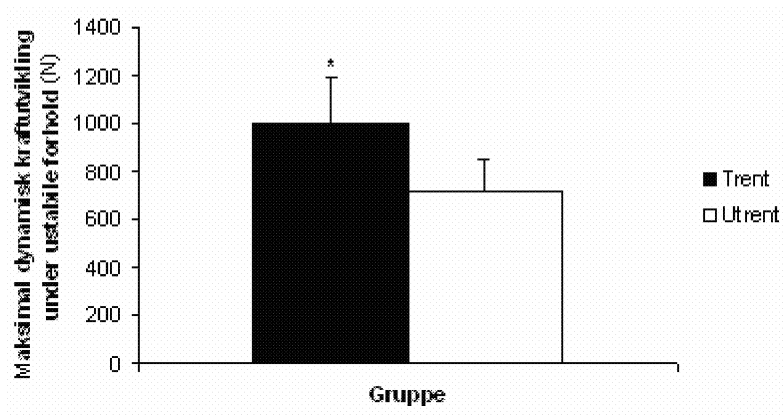
Figur 26: Ratio ustabile/stabile pushups for trent og utrent gruppe.

Figur 24, 25 og 26 viser at de trente gruppen presterte signifikant bedre på de utholdende dynamiske testene både under stabile (S) og ustabile forhold (US). Stabilt tok trent gruppe 36 ± 8 og utrent gruppe 18 ± 6 . Ustabilt tok trent gruppe 30 ± 6 og utrent gruppe 7 ± 3 . Ratioen mellom ustabile og stabile dynamiske tester var hos trent gruppe $0,85 \pm 0,11$ mot $0,38 \pm 0,13$ noe som gir $p < 0,001$.

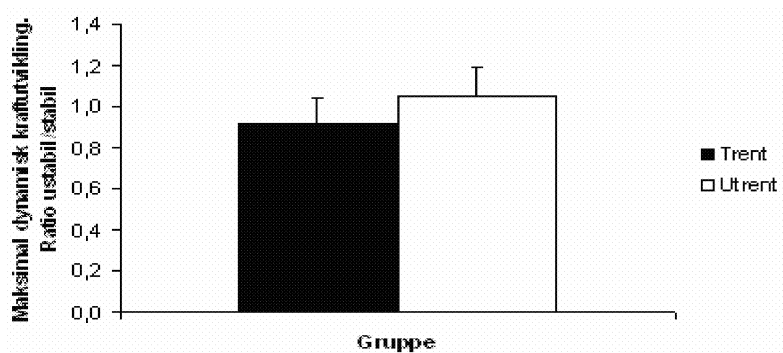
4.2.2 Maksimal dynamisk pushup



Figur 27: Maksimal dynamisk kraftutvikling (N) under stabile forhold.



Figur 28: Maksimal dynamisk kraftutvikling (N) under ustabile forhold.

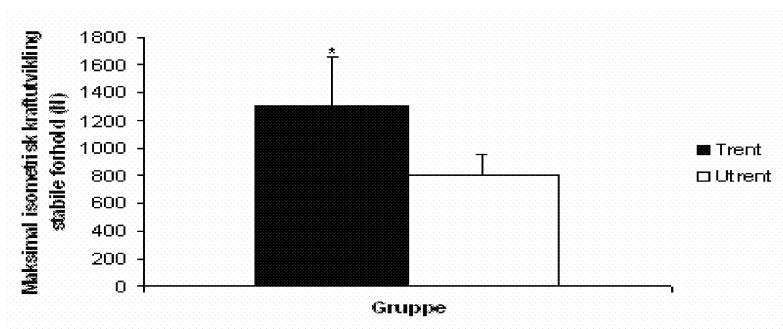


Figur 29: Ratio ustabil/stabil maksimal dynamisk kraftutvikling.

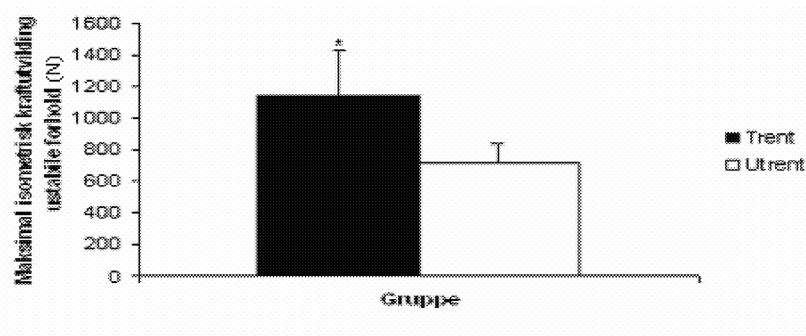
Figur 27 og 28 viser at trent gruppe utviklet signifikant mer kraft dynamisk under både stabile og ustabile forhold (T: S 1100 ± 201 og US 1004 ± 186, UT: S 679 ± 133 og US 711 ± 145). Ratioen ustabil/stabil (figur 29) hadde derimot ingen signifikant forskjell (T: 0,92 ± 0,12 og UT 1,05 ± 0,14).

4.3 Isometriske tester

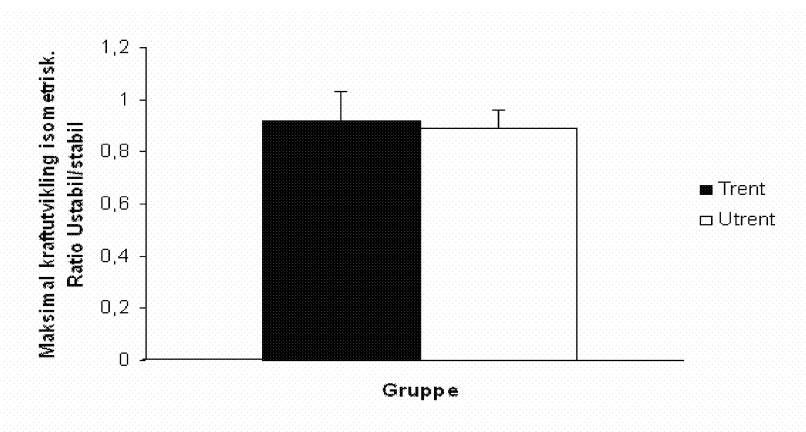
4.3.1 Maksimal isometrisk kraftutvikling



Figur 30: Maksimal isometrisk kraftutvikling (N) under stabile forhold.



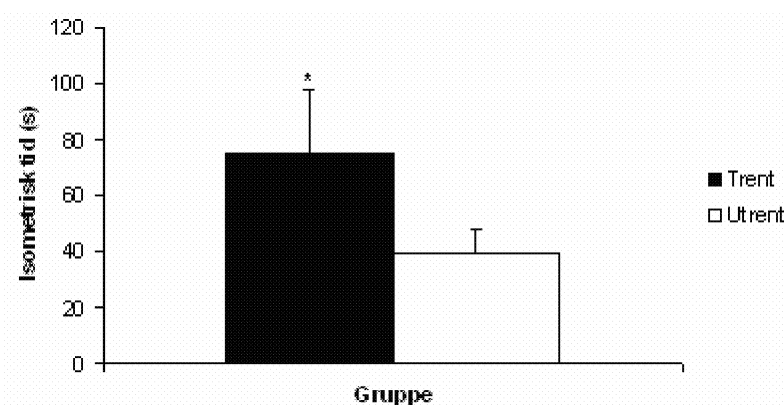
Figur 31: Maksimal isometrisk kraftutvikling (N) under ustabile forhold.



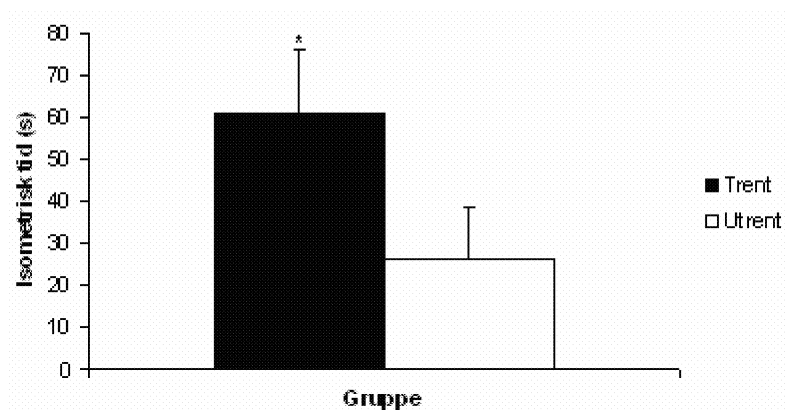
Figur 32: Ratio aksimal isometrisk kraftutvikling ustabil/stabil.

Figur 30 og 31 viser at trent gruppe utviklet signifikant mer kraft (N) under både stabile (T: 1307 ± 345 og UT: 812 ± 141) og ustabile (T: 1146 ± 286 og UT: 716 ± 121) forhold. Ratioen ustabil/stabil (figur 32) ga derimot ingen signifikant forskjell (T: $0,92 \pm 0,11$ og UT: $0,89 \pm 0,07$)

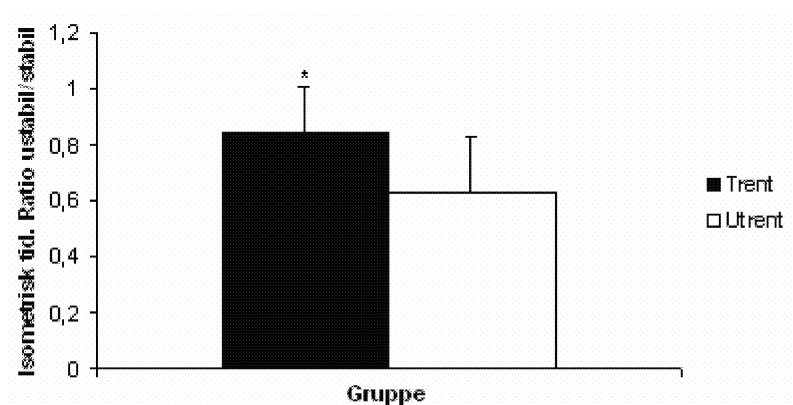
4.3.2 Utholdende isometrisk test



Figur 33: Tid til utmattelse ved isometrisk push-up med 90 grader i albueledd under stabile forhold.



Figur 34: Tid til utmattelse ved isometrisk push-up med 90 grader i albueledd under stabile forhold.



Figur 35: Ratio ustabil/stabil tid til utmattelse ved isometrisk push-up med 90 grader i albueledd.

Figur 33 og 34 viser at trent gruppe hadde lengre tid (s) før utmattelse både under stabile (T: 75 ± 23 og UT: 40 ± 8) og ustabile forhold (T: 61 ± 15 og UT: 26 ± 13). Ratioen ustabil/stabil (figur 35) hadde også en signifikant forskjell mellom gruppene (T: $0,84 \pm 0,17$ og UT: $0,63 \pm 0,20$).

5.0 Diskusjon

Jeg valgt de ulike testene som en ramme for diskusjonen min. Jeg diskuterer under hver test resultatene, feilkilder, hva som kunne være gjort annerledes. I og med at forskningen på området er mangelfull drar jeg i liten grad inn tidligere forskning. Jeg vil avslutningsvis konkludere og skrive litt om veien videre.

5.1 Testgruppen

Det som skiller de to gruppene er hovedsakelig treningserfaring og treningsfrekvens. Det er derfor å forvente at trent gruppe vil prestere bedre på samtlige 8 styrketester, samt ha et mindre relativt tap av prestasjon når ustabilitet blir tilført. Forskjellen i prestasjon kan relateres til erfaring med funksjonell styrketrening.

5.2 Utholdende dynamiske pushups

Testen viste signifikante prestasjonsforskjeller både ved maksimalt antall stabilt og ustabile pushups, samt ratioen mellom disse. Ratioen viste en signifikans verdi $p < 0,001$, noe som viser at testen svært godt skillte mellom de to testgruppene. Denne testen ble utført uten stopp i bunnen, og ga derfor forsøkspersonene en utfordring i å gjenvinne balansen i bunnposisjon av hver repetisjon. Mange små korrigeringer her kan føre til utmattelse av stabiliserende muskulatur, som igjen kan gi prestasjonsnedgang og dårligere evne til å utvikle kraft. Den samme utfordringen får de ikke under stabile forhold, og det er muligens derfor denne testen ga et så tydelig skille mellom trente og utrente. Det kan virke som den trente gruppa brukte mindre krefter på å styre og snu bevegelsen, og dermed prestere tettere opp til det de presterte under den stabile øvelsen. En studie utført av Semmler og Nordstrom viste at trente har en bedre kortsiktig synkronisering av motoriske enheten enn utrente (Semmler & Nordstrom 1998). Denne evnen kan ha vært med på fremme den trente gruppas prestasjon under pushups i slynger. Trente har en bedre evne til å utnytte elastisk energi. Dette kan sammen med evnen til å styre bevegelsen føre til bedre prestasjon i den ustabile testen (Freeman et al. 2006).

Den trente gruppen vil normalt jobbe mot en lavere prosent av 1RM ved pushups mot egen kroppsvekt enn en utrent. Dette kan gjøre at det er ulike fysiologiske mekanismer som er begrensningen under forsøk med maksimale antall pushups. Det vil helt klart være forskjellige mekanismer av utmattelse som begrenser en person som klarer 2 pushups i slyngene mot en som klarer 40. En 1RM test for deretter å etablere en viss prosent av denne som alle skulle

jobbe mot kunne standardisert testen ytterligere. Den trente gruppen har klart en høyere styrke, noe som vil gjøre at de er mindre sårbare for den mengden energi de må bruke på selve stabiliseringen. Kanskje ville en tredje testgruppe bestående av utøvere som er godt trent styrkemessig, men ikke funksjonelt trent klare seg like godt på denne testen rett og slett på grunn av styrken?

5.3 Maksimale dynamiske pushups

Maksimal kraftutvikling er signifikant høyere både under stabile og ustabile forhold. Noe som viser at trent gruppe har en høyere maksimal styrke enn utrent gruppe. Ratioen viser derimot ingen signifikant forskjell. Dette kan være fordi den ustabile versjonen ikke setter store nok krav til stabilisering fordi vi med en markert stopp i bunnen bryter den eksentrisk-konsentriske kjeden, og lar utøveren gjenvinne kontroll før den konsentriske fasen. Er ikke forskjellen i krav til stabilitet mellom stabil og ustabil stor nok, så vil vi heller ikke se den forventede forskjellen i ratio. Den trente gruppa vil her ikke få benyttet seg av sin forventede bedre evne til å utnytte elastisk energi og til å korrigere bevegelser eksentrisk.

Også her vil belastningen for de ulike forsøkspersonene tilsvare en helt forskjellig % av 1RM. Som nevnt i teoridelen av oppgaven kan det være vanskelig å utvikle høy maksimal kraft mot en lav relativ motstand. Dette vil forøvrig ikke påvirke ratioen, men kan forklare at denne testen ikke skillte kraftutvikling stabilt og ustabil. En standardisering som nevnt over ville her kontrollert for også dette.

En ny variant av denne testen der forsøkspersonene har muligheten til å ha stor fart ned for så å presse maksimalt opp uten stopp og uten støtte i bunnen ville antakelig gi en større differanse på ratioen ustabil/stabil.

5.4 Maksimale isometriske pushups

Den trente gruppen utviklet signifikant større kraft både under stabile og ustabile forhold. Men også her var ratioen mellom ustabil og stabil ikke signifikant forskjellig (T: 0,92 og UT: 0,89). Dette kan sammen med høye ratioen på begge gruppene tyde på at den ustabile testen ikke tilførte nok ustabilitet. Det kan virke som de tre kontaktpunktene som de to slyngene og selen som var festet til plattformen tilførte tilstrekkelig med stabilitet til at vi i liten grad opplevde tap av kraftutvikling.

Anderson og Behm (2004) fant i sitt brystpressforsøk på Swissball at 60% mindre kraft ble produsert under ustabile forhold. Her tilfører de ustabiliteten ved å ligge på en ball og i tillegg har håndtakene de presser mot en viss ustabilitet. Den store forskjellen i resultat tyder på at ustabilitet tilført kroppsstammen gir et større tap av kraftutvikling, da mye krefter må brukes på å stabilisere kroppen.

5.5 Utholdende isometriske pushups

Den trente gruppen presterte signifikant bedre både under stabile og under ustabile forhold. På den ustabile testen hadde forsøkspersonene ikke sele festet til plattformen som på den maksimale isometriske testen og dermed et kontaktpunkt mindre. Denne testen viste en signifikant forskjell i ratio ustabil/stabil mellom gruppene. Som i den utholdende dynamiske testen vil motstanden de trente forsøkspersonene jobber mot være lett sett i forhold til maksimal styrke. For den utrente gruppen vil det derimot belastningen det er å holde mot egen kroppsvekt være relativt tungt. Denne forskjellen i relativ belastning vil igjen avgjøre hvilken fysiologisk begrensning som stopper testen. En testperson fra den utrente gruppa som klarer å holde pushupsposisjon i 7 sekunder har helt klart en annen faktor som førte til utmattelse enn en fra den trente gruppa som holdt opp mot 90 sekunder. Denne forskjellen kunne vi kontrollert for ved å la alle jobbe på en bestemt prosent av 1RM.

5.6 Konklusjon

De godt trente fikk mindre tap av prestasjon når ustabilitet ble tilført en stabil pushups både under isometriske og dynamiske submaksimale forhold til utmattelse.

Ratioen mellom maksimale antall pushups ustabil og stabilt er testen som skiller best de godt funksjonelt trente og de utrente. Utholdende isometrisk pushups har også signifikant forskjell mellom gruppene når ustabilitet blir tilført. De andre testene har av metodiske årsaker ikke nok ustabilitet i seg til å skille godt trente og dårlig trente. Den godt funksjonelt trente gruppa presterte som forventet signifikant bedre på alle testene. dette tyder på at utvalget i de ulike gruppene var riktig plukket ut.

Ratioen mellom maksimal antall pushups ustabil/stabil er en enkel felt-test som ser ut til å kunne gi et bilde på utøvere og forsøkspersoners funksjonelle press-styrke i skulder.

5.7 Veien videre

Et naturlig steg videre fra vår testing vil være å forbedre testene vi har brukt videre med bedre kontroll av ustabilitet og belastning. En maksimal dynamisk kraftutviklingstest som beskrevet tidligere med stor fart eksentrisk og ingen stopp i bunnen vil jeg tro kunne skille trente og utrente svært godt. Denne vil også gi et bedre bilde av evnen til maksimal kraftutvikling under ustabile forhold, noe som i mange idretter er svært viktig. Det å tilføre ekstra ustabilitet til de isometriske testene gjennom vibrasjoner i slynger kan også være en mulig videreutvikling.

Det å sammenlikne testene med en type prestasjonstest som krever presisjon og kraft kunne også vært interessant. Kasthastighet eller presisjon vil kunne ha en sammenheng med våre tester, kanskje særlig hvis vi hadde tilført enda mer ustabilitet til kroppen.

Testen vår har vist at forholdet mellom maks antall pushups ustabilt og stabilt gir et godt bilde på funksjonell styrke. En videre mulighet er å ha en intervensjonsstudie for å finne ut hvor trenbar denne funksjonelle styrken er. En 8 ukers styrketreningsperiode på utrente der en gruppe trente ustabilt, en trente stabilt og en gruppe fungerte som kontrollgruppe vil kunne gi ett svar på endel av spørsmålene.

6.0 Litteraturliste

Abdessemed D, Duche P, Hautier C, Poumarat G, Bedu M.

Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise.

Int J Sports Med. 1999 Aug; 20(6):368-73.

ACSM.

Guidelines for graded exercise testing and prescription, 5 utgave.
1995.

Anderson KG, Behm DG.

Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability.

J Strength Cond Res. 2004 Aug;18(3):637-40.

Anderson K, Behm DG.

The impact of instability resistance training on balance and stability.

Sports Med. 2005;35(1):43-53.

Anderson K, Behm DG.

Trunk muscle activity increases with unstable squat movements.

Can J Appl Physiol. 2005 Feb;30(1):33-45.

Baker D, Wilson G, Carlyon B.

Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength.

Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1994;68(4):350-5.

Baker DG, Newton RU.

An analysis of the ratio and relationship between upper body pressing and pulling strength.

J Strength Cond Res. 2004 Aug;18(3):594-8.

- Bayios IA, Anastasopoulou EM, Sioudris DS, Boudolos KD.
Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball.
J Sports Med Phys Fitness. 2001 Jun;41(2):229-35.
- Behm DG, Anderson K, Curnew RS.
Muscle force and activation under stable and unstable conditions.
J Strength Cond Res. 2002 Aug;16(3):416-22.
- Behm DG, Anderson KG.
The role of instability with resistance training.
J Strength Cond Res. 2006 Aug;20(3):716-22.
- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE.
Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables.
Sports Med. 2005;35(10):841-51.
- Blazevich AJ, Gill ND.
Reliability of Unfamiliar, Multijoint, Uni- and Bilateral Strength Tests: Effects of Load and Laterality.
J Strength Cond Res. 2006 Feb;20(1):226-230.
- Brzycki, M.
Strength testing: Predicting a one-rep max from a reps-to-fatigue
Journal of Physical Education, Recreation and Dance 64 (1): 88-90, 1993.
- Carpenter JE, Blasier RB, Pellizzon GG.
The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense.
Am J Sports Med. 1998 Mar-Apr;26(2):262-5.
- Carroll TJ, Riek S, Carson RG.
Neural adaptations to resistance training: implications for movement control.
Sports Med. 2001;31(12):829-40.

- Carroll TJ, Abernethy PJ, Logan PA, Barber M, McEniery MT.
Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week.
Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1998 Aug;78(3):270-5.
- Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK, Pace B.
Shoulder strength power and endurance in college tennis players.
Am J Sports Med. 1992 Jul-Aug;20(4):455-8.
- Cogley RM, Archambault TA, Fibeger JF, Koverman MM, Youdas JW, Hollman JH.
Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise.
J Strength Cond Res. 2005 Aug;19(3):628-33.
- Cotterman ML, Darby LA, Skelly WA.
Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises.
J Strength Cond Res. 2005 Feb;19(1):169-76.
- Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN.
The role of maximal strength and load on initial power production.
Medicine & Science in Sports & Exercise. 32(10):1763-1769, October 2000.
- Deschenes MR, Kraemer WJ.
Performance and physiologic adaptations to resistance training.
Am J Phys Med Rehabil. 2002 Nov;81(11 Suppl):S3-16.
- Donkers MJ, An KN, Chao EY, Morrey BF.
Hand position affects elbow joint load during push-up exercise.
J Biomech. 1993 Jun 26 (6):625-32.

Duncan MJ, Al-Nakeeb Y, Nevill AM.

Influence of familiarization on a backward, overhead medicine ball explosive power test.

Res Sports Med. 2005 Oct-Dec;13(4):345-52.

Edstrom L, Grimby L.

Effect of exercise on the motor unit.

Muscle Nerve. 1986 Feb;9(2):104-26. Review.

Enoka RM.

Muscle strength and its development: New perspectives.

Sports Med. 6:146-168. 1988.

Fleck SJ, Kraemer WJ

Designing resistance Training Programs, Third edition

Human kinetics, 2003.

Freeman S, Karpowicz A, Gray J, McGill S.

Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up.

Med Sci Sports Exerc. 2006 Mar;38(3):570-7.

Godø A. & Kaasin K.

Utvikling av tester for å kunne måle balanse og styrke i

Stabiliserende muskulatur. Idrett mellomfag, Høgskolen i Agder, Kristiansand 2002.

Gouvali MK, Boudolos K.

Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise.

J Strength Cond Res. 2005 Feb;19(1):146-51.

Haff GG, Stone M, O'Bryant HS, Harman E, Dinan C, Johnson R, Han KH.

Force-Time Dependent Characteristics of Dynamic and Isometric Muscle Actions

The Journal of Strength and Conditioning Research Volume: 11 Issue: 4 Pages: 269-272

Hakkinen K.

Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review.

J Sports Med Phys Fitness. 1989 Mar;29(1):9-26. Review.

Kamen G.

Neural issues in the control of muscular strength.

Res Q Exerc Sport. 2004 Mar;75(1):3-8.

Kornecki S, Keibel A. & Sieminski A.

Muscular co-operation during joint stabilisation, as reflected by EMG. Eur J Appl Physiol. 2001 May;84(5):453-61.

Kornecki S, Zschorlich V.

The nature of the stabilizing functions of skeletal muscles.

J Biomech. 1994 Feb;27(2):215-25.

Kornecki S.

Biomechanical Consequences of Hand's Action on Unstable Handle.

Int J Occup Saf Ergon. 1995;1(3):199-207.

Kraemer WJ, Ratamess NA.

Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training.

Sports Med. 2005;35(4):339-61.

Kraemer W.J.& Fry A.C.

Strength testing: developing and evaluation of methodology.

Fitness and sports medicine: A health related approach, 3. utgave.1995.

Kravitz L, Akalan C, Nowicki K, Kinzey SJ.

Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters.

J Strength Cond Res. 2003 Feb;17(1):167-72.

Labriola JE, Lee TQ, Debski RE, McMahon PJ.

Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles.

J Shoulder Elbow Surg. 2005 Jan-Feb;14(1 Suppl S):32S-38S.

Lear LJ, Gross MT.

An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression.

J Orthop Sports Phys Ther. 1998 Sep;28(3):146-57.

Lee HM, Liao JJ, Cheng CK, Tan CM, Shih JT.

Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue.

Clin Biomech (Bristol, Avon). 2003 Nov;18(9):843-7.

Lehman GJ, Hoda W, Oliver S.

Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swissball

Chiropractic & osteopathy, 2005, 13:14

Lehman GJ, Gordon T, Langley J, Pemrose P, Tregaskis S

Replacing a Swiss ball for an exercise bench causes changes in trunk muscle activity during upper limb strength exercises.

Dynamic medicine, 4:6 2005

Lehman GJ.

The influence of grip width and forearm pronation/supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press.

J Strength Cond Res. 2005 Aug;19(3):587-91.

Lehman GJ, Macmillan B, MacIntyre I, Chivers M, Flutter M.

Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball

Dynamic medicine 2006, 5:7.

Marshall P, Murphy B.

Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball.

Appl Physiol Nutr Metab. 2006 Aug;31(4):376-83.

Matuszak ME, Fry AC, Weiss LW, Ireland TR, McKnight MM.

Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats.

J Strength Cond Res. 2003 Nov;17(4):634-7.

Mayhew JL, Bird M, Cole ML, Koch AJ, Jacques JA, Ware JS, Buford BN, Fletcher KM.

Comparison of the backward overhead medicine ball throw to power production in college football players.

J Strength Cond Res. 2005 Aug;19(3):514-8.

McArdle, W.D., Katch F.I. & Katch, V.L.

Exercise Physiology – Energy, Nutrition, and Human Performance. Fifth Edition. 2001 .Lippincott Williams & Wilkins.

McLaughlin TM, Lardner TJ, Dillman CJ.

Kinetics of the parallel squat.

Res Q. 1978 May;49(2):175-89.

Mirkov DM, Nedeljkovic A, Milanovic S, Jaric S.

Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production.

Eur J Appl Physiol. 2004 Mar;91(2-3):147-54. Epub 2003 Oct 2.

Murphy AJ, Wilson GJ.

Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation.

Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1996;73(3-4):353-7.

Ng GY, Lam PC.

A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton.

J Orthop Sports Phys Ther. 2002 Aug;32(8):399-404.

Rahmani, Viale, Dalleau & Lancour:

Force/velocity and power/velocity relationship in squat exercise.

Eur J Appl Physiol, 2001, 84: 227-232.

Richmond SR, Godard MP.

The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men.

J Strength Cond Res. 2004 Nov;18(4):846-9.

Rutherford OM, Jones DA.

The role of learning and coordination in strength training.

Eur. J. Appl. Physiol. 55:100-105. 1986.

Sahaly R, Vandewalle H, Driss T, Monod H.

Maximal voluntary force and rate of force development in humans--importance of instruction.

Eur J Appl Physiol. 2001 Aug;85(3-4):345-50.

Schibye B, Klausen K, m flere.

Menneskets fysiologi, hvile og arbejde. S 188.

FADK`s forlag aktieselskab, København, 2001.

Semmler J.G. & Nordstrom M.A.

Motor unit discharge and force tremor in skill- and strength-trained individuals. Exp Brain Res. 1998 Mar;119(1):27-38.

Simao R, Farinatti Pde T, Polito MD, Maior AS, Fleck SJ.

Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises.

J Strength Cond Res. 2005 Feb;19(1):152-6.

Stanton R, Reaburn PR, Humphries B.

The effect of shortterm Swiss ball training on core stability and running economy.

J Strength Cond Res. 2004 Aug;18(3):522-8.

Stone M.

Considerations in gaining a strength-power training effect (machines versus free weights): free weights part II. Natl Strength Cond Assoc J 1982;4:22-54.

Tod D, Iredale F, Gill N.

'Psyching-up' and muscular force production.

Sports Med. 2003;33(1):47-58. Review.

Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM.

Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces.

Phys Ther. 2000 Jun;80(6):564-9.

Weir J.P.

The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses.

J Strength Cond Res. 1994; 8:58-60.

Wilson GJ, Murphy AJ.

The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment.

Sports Med. 1996 Jul;22(1):19-37. Review