

# Styrketrening for maksimal muskelstyrke

---

## Sammendrag

Maksimal muskelstyrke representerer den tyngste belastningen du klarer å løfte én gang (1RM) i en bestemt øvelse, for eksempel knebøy, benkpress eller markløft. For å forbedre din maksimale styrke bør du fokusere på flerleddsøvelser som er spesifikke for ditt mål – igjen knebøy, benkpress og markløft, med relevante varianter. En god porsjon av treningen bør utføres med intensitet  $\geq 80\%$  av 1RM for sett med 1-6 repetisjoner med 1-5 RIR (repetisjoner i reserve). RIR er en god og nøyaktig metode for å vurdere hvor langt fra utmattelse relativt harde sett med få repetisjoner (typisk styrkeløfttrening) er. Trening med  $\geq 1$  RIR er sannsynligvis mer effektivt og tryggere enn trening til failure for å øke 1RM. Hvert av styrkeløftene bør trenes med  $\geq 5$  sett per uke, for gjennomsnittsløfteren  $\sim 6-24$  sett per uke (ofte flere sett i benkpress enn markløft). I løpet av uken bør du utføre  $\geq 2$  treningsøkter per øvelse, som regel med  $\geq 2$  sett per økt. Periodiserte treningsplaner er sannsynligvis bedre enn ikke-periodiserte planer, og effekten øker med økende treningsstatus og varighet. DUP (daglig undulerende periodisering) synes å være mer effektivt enn LP (lineær periodisering), men elementer fra forskjellige modeller kan med fordel integreres. For å øke den maksimale styrken på kort sikt, anbefales spesifikk trening med høy intensitet og moderat volum, der volumet reduseres (gjærne med 30-70%) de siste 1-4 ukene før konkurranse/test.

## Innhold

Styrketrening for maksimal muskelstyrke .....	1
Sammendrag .....	1
Introduksjon .....	3
Spesifisitet og variasjon .....	4
Intensitet .....	6
Volum .....	8
Frekvens .....	9
Periodisering og programmering .....	11
Autoregulering .....	15
Pauser .....	18
Maksimal styrke på kort sikt .....	19
Avsluttende tanker .....	22
Styrketrening for hypertrofi... i styrkeløft .....	25
Sammendrag .....	25
Introduksjon .....	26
Volum .....	27
Intensitet .....	29
Overload .....	31
Frekvens .....	31
Spesifisitet .....	33
Variasjon .....	35
Periodisering og progresjon .....	36
Fatigue management .....	38
Pauser .....	40
Tempo .....	40
Trening for hypertrofi versus trening for maksimal styrke .....	41
Trening for hypertrofi i styrkeløft .....	45
Referanser .....	52

## Introduksjon

Maksimal muskelstyrke kan defineres som den største produserbare kraften til en muskel eller muskelgruppe ved en voluntær kontraksjon mot en ytre motstand under gitte biomekaniske forhold (Grgic et al., 2018; Haff & Triplett, 2015; McBride et al., 1999; Pritchard, 2017; Taber et al., 2019; Williams et al., 2017). Som mål på maksimal muskelstyrke benyttes vanligvis én repetisjon maksimum (1RM), som er den høyeste belastningen en er i stand til å løfte én gang i en dynamisk øvelse. For å stimulere utviklingen av maksimal muskelstyrke er styrketrening der en produserer kraft mot en progressivt tyngre ytre belastning vesentlig. Målet med styrkefokuserert trening er å indusere strukturelle og nevrologiske endringer som legger til rette for at større krefter kan produseres av gitt muskel eller muskelgruppe (American College of Sports Medicine, 2009; Pritchard, 2017). Blant disse nevnes muskeltverrsnitt og -arkitektur, motorisk ferdighet, og nevromuskulær effektivitet (Folland & Williams, 2007; Helms, 2017). Det er mest vanlig å benytte stenger med vektskiver, manualer, og ulike apparater/maskiner som ytre belastning. Spesifisitet, variasjon, intensitet, volum, frekvens og autoregulering vil bli diskutert i detalj, med fokus på hvordan hver av disse variablene påvirker maksimal muskelstyrke. I tillegg vil jeg beskrive tilpasningene som oppstår som følge av endringer i hver variabel, og hvordan de kan struktureres i en overordnet, kontinuerlig plan.

I siste del av artikkelen diskuteres trening for maksimal styrke på kort sikt, men dette beskrives mer i dybden i en separat artikkel om formtopping i styrkeløft.

### Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvordan vil du definere maksimal muskelstyrke?
- 2) Hvordan vil du anbefale å måle/teste maksimal muskelstyrke?
- 3) Hvilke faktorer hos en person påvirker maksimal muskelstyrke?
- 4) Hvilke treningsvariabler er viktigst for å utvikle maksimal muskelstyrke?

## Spesifisitet og variasjon

Det kan argumenteres for at spesifisitet er det mest sentrale treningsprinsippet. Lite hjelper det at en trener med høyt volum eller intensitet dersom en ikke belaster den øvelsen, muskulaturen eller energisystemet en ønsker å forbedre. Spesifisitet omfatter her både valg av øvelser, utførelse, belastning og dosering. Paoli og kollegaer (2017) fant at ved likt totalvolum gir trening med flerleddsøvelser større økning i 1RM i knebøy, benkpress og kneekstensjon enn å benytte øvelser som bare involverer ett ledd. En systematisk gjennomgang og metaanalyse av styrketrening med høy (>60% av 1RM) og lav (<60% av 1RM) intensitet har vist at mens grad av hypertrofi er lik mellom treningsmetodene, fører trening med høy intensitet til signifikant større forbedring av 1RM (Schoenfeld et al., 2017). Alle settene i de inkluderte studiene ble tatt til muskulær utmattelse (failure) – det er teoretisert at gevinsten ved høy kontra lav intensitet vil være enda større dersom en stopper settene med et par repetisjoner (reps) i reserve (RIR). Mattocks et al. (2017) trente 38 deltagere i kneekstensjon og brystpress i åtte uker, der den ene gruppen trente fire sett med 8-12 repetisjoner til muskulær utmattelse per økt, mens den andre gruppen bare testet 1RM (opptil fem forsøk). Hypertrofigruppen trente med et større treningsvolum og oppnådde mer muskelvekst i både over- og underkroppen, men styrkeøkningene var like mellom gruppene.

En måte å framstille spesifisitet på kan være som et spektrum for både øvelser og intensitet – hvor hack squat vil være mindre spesifikt enn high bar med stopp, som igjen er mindre spesifikt enn konkurranseknebøy, mens 15 reps på 60% av 1RM er mindre spesifikt enn fem reps på 80% eller én rep på 95%. Kanskje er det mer hensiktsmessig å vurdere spesifisitet som transfer (per enhet trening) til ønsket utfall (her 1RM i knebøy, benkpress og markløft)? Vil ikke det mest spesifikke (i alle fall optimale) være det som gir best fremgang/resultat? Sentrale spørsmål en kan stille seg er: Hvor stor dose spesifisitet har vi behov for? Vil en større dose spesifikk trening gi mer eller mindre utbytte? Finnes det et punkt hvor mer spesifikk trening blir kontraproduktivt?

Svært høy spesifisitet (og eventuelt lavt volum) har vist seg å være effektivt for maksimal styrke på kort sikt (cirka 4-8 uker) (Androulakis-Korakakis et al., 2018; Androulakis-Korakakis et al., 2021). Å kun arbeide seg opp til et toppsett med én rep på RPE 9-9,5,

eventuelt med to back-off-sett på 80%, 1-3 ganger i uken (to dager knebøy, tre dager benkpress og én dag markløft) i konkurranseøvelsene har resultert i god styrkeprogresjon, selv hos erfarne løftere.

På den annen side av spesifisitet står prinsippet om variasjon, et prinsipp som kan påvirke toleranse, respons, skaderisiko og motivasjon. Variasjon må skje innenfor de rammene som skapes av kravet til spesifisitet. En kan variere øvelser, utførelse, intensitet (belastning), vanskelighetsgrad (RIR/RPE), dosering, etc. Også innenfor styrketrening og styrkeløft kan en potensielt oppnå bedre motorisk læring gjennom variert øving/trening. Kanskje vil benkpress med forskjellige grep gjøre at du hurtigere lærer riktig løftebane og finner din nær-optimale teknikk? En bør ikke variere kun for variasjonens del – det bør ligge hensiktsmessige planer bak. En passende variasjon for én bestemt løfter kan være konkurranseknebøy to ganger i uken og high bar med stopp en dag. For en annen løfter kan det være å trene benkpress med fem reps på 75%/4-5 RIR mandag, tre reps på 82,5%/3-4 RIR onsdag og én rep på 90%/2 RIR + 7-8 reps med 2-3 RIR fredag eller lørdag. En tredje løfter kan i en periode ha best effekt av å trene deficit-markløft på en trening og markløft med stopp + RDL på en annen. Strategisk variasjon kan være en svært spesifikk løsning – for eksempel grepstrening for å fikse et grepsproblem i markløft, å øke muskelmasse i overkroppen og bunnstyrke i benkpress for en løfter med høyt oppspenn og manglende muskelmasse, eller knebøy med sakte eksentrisk (4-0-0 tempo) eller markløft med stopp like over gulvet for å forbedre teknikk.

For optimal utvikling av maksimal muskelstyrke anbefales det å fokusere på flerleddsøvelser, og spesifikt det bevegelsesmønsteret en ønsker å forbedre. Dersom en konkurrerer i styrkeløft, bør konkurranseøvelsene stå for en hovedvekt av treningsdosen den tid ikke kontraindikasjoner som skader foreligger, særlig i perioden før konkurranse. Intensiteten bør være høy (>60 av 1RM), og treningsmengden verken for høy eller for lav. Utover dette bør en søke individualiserte, spesifikke løsninger for de spesifikke utfordringene en møter som utøver eller trener.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Forklar spesifisitetsprinsippet for styrkeløft.

- 2) Hva er din holdning til spesifisitet, variasjon og transfer?
- 3) Hva er mest spesifikt av én repetisjon på 90% av 1RM (2-3 RIR) eller tre repetisjoner på 90% av 1RM (0-1 RIR)?

## Intensitet

Treningsintensiteten er den ytre motstanden som løftes, i denne artikkelen benyttes massen i kilogram (absolutt intensitet) eller prosent av 1RM (relativ intensitet). Relativ intensitet har stor innvirkning på hvor mange repetisjoner en er i stand til å utføre per sett (RPS), og vil dermed prege treningsmengden (Pritchard, 2017). Treningsintensitet er den mest spesifikke variabelen når det kommer til maksimal muskelstyrke – ved høyere intensitet og belastning opererer en nærmere maksimal innsats. Tidlige studier på feltet har vist at intensiteter som tillater ti eller færre repetisjoner per sett er mest effektive for å utvikle maksstyrke. Hos trente utøvere ser det ut til at belastning tilsvarende  $\leq 6$ RM er mest effektiv, men at toppintensitet er viktigere enn gjennomsnitts-/middelintensitet, slik at en kan utføre deler av treningsvolumet med lavere belastning og vanskelighetsgrad (Lima et al., 2018; Pritchard, 2017; Schoenfeld et al., 2021). Selv om litteraturen primært demonstrerer at toppintensitet er det avgjørende, vil jeg argumentere for at variasjon og progresjon satt i system (periodisering) er viktig for denne utviklingen på lang sikt, og jeg vil senere ta for meg hvordan en kan benytte eksisterende kunnskap omkring dette til å optimalisere styrkeutviklingen (Antretter et al., 2017; 2019; Bartolomei et al., 2023; Hernández-Davó & Sabido, 2022).

Schoenfeld et al. (2014) gjennomførte en volumkontrollert (tonnasje) studie med trente deltagere der en styrkegruppe utførte syv sett med tre reps målt mot en hypertrofigruppe med tre sett med ti reps. Begge grupper forbedret 1RM i knebøy og benkpress, men styrkegruppen hadde signifikant større framgang i 1RM i benkpress og en trend mot det samme i knebøy. En benkpresstudie fra Kubo et al. (2020) viste større styrkeøkninger med trening med 4- og 8RM enn med 12RM, men med samme muskelvekst. En metaanalyse av Rhea og Alderman (2004) fant at en gjennomsnittintensitet på 60% av 1RM ledet til best styrkeutvikling hos trente, mens 80% av 1RM var mest effektivt hos trente. Peterson et al. (2004) fant på lignende vis at

utøvere som i gjennomsnitt trener med 85% av 1RM ser størst framgang. En litteraturgjennomgang av Hartmann et al. (2015) stadfestet nødvendigheten av å regelmessig trene med belastninger over 80% av 1RM hos trente utøvere. Lopez og kollegaer (2021) konkluderte i sin systematiske oversikt og nettverksanalyse at høy belastning ( $\leq 8RM$ ) er mest effektivt for maksimal styrke (studien inkluderte kun trening til failure).

Med bakgrunn i dette kan en presisere anbefalingene om å trene med høyere intensitet til å gjelde  $\geq 80\%$  av 1RM. I tur leder dette til sett med seks eller færre repetisjoner, kanskje opptil åtte reps dersom en trener til muskulær utmattelse. Det har blitt demonstrert at økt muskeltverrsnitt og nevralt aktivering er to primære tilpasninger som resulterer i økning av maksimal muskelstyrke. Treningsintensitet ser ut til å ha direkte effekt på begge faktorer, men de påvirkes også av treningsmengde (volum).

Intensitet kan også ramme vanskelighetsgrad eller anstrengelse/innsats, og innenfor styrketrening og styrkeløft er det vanlig å referere til RPE (rate of perceived exertion) eller RIR (reps i reserve). Vi kommer tilbake til dette under avsnittet om autoregulering, men forskning indikerer relativt overbevisende at det er mer effektivt for styrke å trene med  $\geq 1$  RIR. Med tanke på innsats er det effektivt å trene med maksimal konsentrisk kraftutvikling og hastighet, og fokusere på å gjennomføre planlagt trening med så god teknikk og kvalitet som mulig.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke intensiteter er mest effektive for å utvikle maksimal muskelstyrke?
- 2) Hvordan er forholdet mellom intensitet (og vanskelighetsgrad/anstrengelse) og volum?
- 3) Hva kan være fordeler og ulemper ved å trene med flere eller færre RIR?
- 4) Tror du belastning (prosent av 1RM) og vanskelighetsgrad/avstand fra failure (RPE/RIR) er to uavhengige variabler for maksimal styrke? Hva med avstand fra failure (absolutt velocity) og intrasett-hastighetstap (velocity loss)?

## Volum

Treningsmengde eller -volum er den totale dosen trening som blir utført, og kan beregnes med antall sett, reps eller kg løftet, gjerne i kombinasjon. Treningstonnasje (sett x reps x vekt) eller relativ treningstonnasje (sett x reps x prosent av 1RM) gir sannsynligvis det mest presise bildet, og kan kalkuleres per øvelse, treningsøkt, mikro- meso- eller makrosyklus. Siden intensitet dikterer antall reps per sett, vil fokuset i dette avsnittet være på antall sett utført per dag og uke, og hvilken effekt dette har på utvikling av maksimal styrke. Flere metaanalyser har sett på effekten av treningsvolum på maksimal muskelstyrke (Kriger, 2009; Rhea et al., 2002; Rhea et al., 2003; Wolfe et al., 2004). Oppsummert viser flere sett seg å være bedre enn ett sett per dag og per uke, og effekten er størst hos trente utøvere, når treningen foregår over flere uker, og når intensiteten mellom gruppene kontrolleres.

Amirthalingam og kollegaer (2017) fant i sin studie på modifisert GVT-trening over seks uker at fem sett med ti repetisjoner økte styrken mer enn ti sett med ti reps. Dette peker mot at hos moderat trente utøvere kan et moderat treningsvolum være mer gunstig enn et svært høyt volum. Det er også sannsynligvis bedre å spre treningsvolumet på flere dager, og å ikke øke treningsmengden for fort. En metaanalyse fra Ralston et al. (2017) konkluderte med at å utføre fem eller flere sett per øvelse per uke ledet til større styrkeøkning enn å utføre færre enn fem sett per øvelse per uke, men forskjellene var ikke enorme. Gonzalez-Badillo et al. (2005) trente vektløftere i rykk, støt og knebøy i ti uker med henholdsvis lavt, moderat og høyt volum, der alle gruppene benyttet samme relative intensitet. Konklusjonen var at den moderate gruppen totalt sett opplevde størst økning i muskelstyrke. Fry et al. (1994a) gjennomførte en overdreven toukersblokk på veltrente utøvere som trente med ti maksimale single repetisjoner seks dager i uken. Intervensjonsgruppen opplevde en signifikant tilbakegang i 1RM i knebøy. Samme forskningsgruppe benyttet også en lignende protokoll (95% av 1RM) med færre sett og lavere frekvens, og observerte da forbedret 1RM (Fry et al., 1994b). Treningsmengde er ikke like avgjørende for styrke som for hypertrofi, men et høyere volum kan gi raskere økninger også i styrke så lenge utøveren tåler treningen. Det er sannsynlig at treningsmengde blir viktigere etter hvert som en utøver blir mer avansert, da hypertrofi og muskelmasse typisk spiller en større rolle for styrkeutvikling i takt med økende



treningsalder. «Load management» er her et viktig konsept, som er diskutert i modulen om skader og skadeforebyggende trening.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hva synes du er det beste målet på treningsvolum? Hvordan vil du monitorere volum hos dine utøvere?
- 2) Hvor mange sett vil du anbefale per treningsdag og per uke?
- 3) Hva er forholdet mellom volum og frekvens?

## Frekvens

Treningsfrekvens indikerer hvor ofte trening blir utført innenfor en gitt tidsperiode, eller mikrosyklus, som regel definert som én uke. Vanligvis opererer vi med en treningsfrekvens for hver øvelse, bevegelsesmønster eller muskelgruppe (Grgic et al., 2018). Hvor mange treningsøkter en har i løpet av en uke vil direkte påvirke treningsvolumet gjennom akkumulert tonnasje av både arbeids- og oppvarmingssett. Ved å spre treningsvolumet på flere økter kan en i teorien øke kvaliteten per løft, som er postulert å gi optimale resultater. Samtidig kan en legge til rette for å utføre et større treningsvolum eller trene med høyere intensitet, som i tur kan optimalisere styrkeutviklingen. En systematisk litteraturgjennomgang og metaanalyse fra Grgic et al. (2018) som inkluderte 22 studier med moderat og god kvalitet viste en signifikant effekt av treningsfrekvens på økning av maksimal muskelstyrke, med forbedring fra 1 til 2 til 3 til 4+ treningsøkter per uke. En subgruppeanalyse på isovolemisk (volumkontrollert, samme volum mellom gruppene) trening viste ingen signifikant effekt, men det indikeres samtidig at kvinner og yngre mennesker kan se en større effekt av økt frekvens, og særlig i flerleddsøvelser for overkroppen. Dessverre var de fleste inkluderte deltagerne i analysen utrente, og det kan godt tenkes at avanserte utøvere har behov for høyere (eller lavere) treningsfrekvens.

Resultater fra metaanalyser fra Rhea et al. (2003) og Peterson et al. (2004) peker mot minimum to økter per øvelse eller muskelgruppe per uke for optimal styrkeutvikling. Funn fra Corrêa og kollegaer (2022) indikerer en mulig svak positiv effekt fra svært høye frekvenser. I tillegg viste det upubliserte norske frekvensprosjektet på konkurrerende styrkeløftere lovende resultater for maksimal styrke og muskelvekst i favør av frekvens på seks dager i uken versus tre dager i uken. Johnsen og van den Tillaar (2021) fant ingen signifikant forskjell i progresjon mellom å trene knebøy og benkpress to dager per uke versus fire dager per uke så lenge volumet for uken var identisk. De konkluderte dog med at det kan være fordelaktig å spre treningsvolumet på flere doser for å unngå svært høy RPE og fatigue, og å sikre god kvalitet på treningen.

Frekvens kan altså benyttes som et verktøy for å implementere et høyere volum på en mer konstruktiv måte. Ved å unngå for høyt volum per trening (overskridelse av mest effektive dose eller restitusjonskapasitet) og strategisk fordele treningen på flere dager, kan en oppnå bedre kvalitet og effekt. Høyere frekvens gir også flere muligheter for teknikktraining og potensielt bedre innlæring. Økt frekvens kan også benyttes til å potensere bedre kvalitet og progresjon på primære treninger, ved å unngå for lang tid mellom eksponeringer. En bør unngå store volum og øvelser med stor muskelforstyrrelse tett på primære treninger. Samtidig kan en for høy frekvens virke negativt for andre. Kanskje induseres for små stimuli, toppintensiteten blir lavere fordi gårldagens trening sitter i, eller motivasjonen reduseres? Og hva skjer hvis en trening må droppes og ukens planlagte dose ikke oppnås?

Hvilken frekvens som er best vil variere fra person til person, program til program, øvelse til øvelse og periode til periode – men et utgangspunkt på 2-5 dager i uken med knebøy, benkpress og markløft vil treffe de aller fleste. Personlig benytter jeg ofte høyest frekvens i benkpress og lavest i markløft (kanskje høyere for enkelte sumoløftere), og ofte høyere frekvens for kvinner, lettere utøvere og utøvere som løfter lavere absolutte belastninger.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilken treningsfrekvens vil du anbefale?
- 2) Hva er potensielle fordeler og ulemper med høye og lave frekvenser?

- 3) Hva tenker du om at en mikrosyklus vanligvis begrenses til en kalenderuke? Finnes det andre måter å planlegge treningen på?

## Periodisering og programmering

Periodisering er en logisk måte å organisere trening i etterfølgende faser med ulikt fokus og innhold, der målet er å øke prestasjonspotensialet og samtidig redusere sannsynligheten for overtrening og skader. En annen definisjon kan være strategisk manipulering av treningsvariabler for å være i toppform på et bestemt tidspunkt. En metaanalyse fra 2017 viste at periodiserte treningsplaner ser ut til å ha en moderat effekt på utvikling av maksimal muskelstyrke sammenlignet med ikke-periodisert trening (Williams et al., 2017). Funnene er i tråd med tidligere studier som har vist at periodisert trening er bedre enn ikke-periodisert, og at effekten øker med økende treningsstatus og intervensjonslengde (Rhea & Alderman, 2004). En nyere metaanalyse fra Moesgaard og kollegaer (2022) demonstrerer også at periodisert trening har en positiv effekt på maksimal styrke, og at undulerende periodisering (hyppigere endringer) er mer effektivt enn lineær periodisering (hos trente personer). Å presentere varierte stimuli for kroppen er gunstig for styrkeprogresjon, og lengre perioder med høyere treningsfrekvens er sannsynligvis å foretrekke (Williams et al., 2017). Så langt har vi sett på optimale isolerte verdier for treningsvolum, -intensitet og -frekvens – men hvordan skal vi strukturere trening som møter anbefalingene for disse variablene, og hvordan bør treningen endre seg over tid? De neste avsnittene vil ta for seg planlegging på mikro-, meso- og makroplan.

Først en kort oppsummering av de viktigste variablene: Treningsprogrammet må være spesifikt – vi må altså velge øvelser og belastning som effektivt øker den kvaliteten vi er ute etter å forbedre, her maksimal muskelstyrke. For å forbedre 1RM i knebøy, benkpress og markløft, vil det være mest effektivt å trene flerleddsøvelser som utfordrer de aktuelle bevegelsesmønstrene, og aller helst den øvelsen en testes i. Treningen bør inkludere intensitet  $\geq 80\%$  av 1RM i øvelsene for sett med 1-6 repetisjoner. Frekvensen per løft/øvelse bør være  $\geq 2$  dager per uke, med  $\geq 2$  sett per økt, slik at en totalt for uken oppnår  $\geq 5$  sett.

Bartolomei et al. (2017) erfarte at høyt volum (8x10x70%) undertrykker kraftproduksjon i større grad og over lenger tid enn moderat volum på høy intensitet (8x3x90%). Dette indikerer at det kan være smart å programmere lengst mulig avstand i treningsuken fra økter med høyt volum til økter med høy intensitet, gjerne med hviledag(er) og en lett/eksplosiv treningsøkt med lavt volum i midten. Zourdos og kollegaer (2016) konkluderte med at hvordan du strukturerer treningsuken kan ha vesentlig betydning for progresjonen du opplever. I deres studie på trente styrkeløftere ble det vist en positiv effekt av å ha lengst avstand fra økten med størst volum til økten med tyngst vekter, adskilt av en mindre og lettere økt. Resultater fra Tsoukos et al. (2017) tyder på at en økt med lav treningsmengde og eksplosiv natur kan øke eksplosivitet 24 og 48 timer senere, sammenlignet med treningsfri. Når du setter opp en mikrosyklus kan det være smart å legge en lettere økt med lav treningsmengde og lav til moderat vanskelighetsgrad 24-48 timer før en tung/viktig økt. Det er også sannsynligvis en god idé å inkludere denne typen treningsøkter mot slutten av en avlastningsperiode før konkurranse for å skape kraftoverskudd.

Ved omfattende trening kan det være fornuftig å fordele den største byrden fra hver øvelse til ulike dager (mindre markløft når mye knebøy, og omvendt), slik at en sikrer høyest mulig kvalitet i alle øvelser. Rekkefølgen på øvelsene har også sannsynligvis betydning (Nunes et al., 2021). I styrkeløft konkurreres det i spesifisert rekkefølge der knebøy utføres før benkpress, som utføres før markløft. Følgelig vil denne strukturen være mest spesifikk. Ved høyere intensitet og færre repetisjoner (mer spesifikt for 1RM) i benkpress/markløft enn i knebøy, kan det argumenteres for å flytte denne treningen først i en økt, men jeg er ikke kjent med forskning (på godt trente utøvere) som kan indikere at det ene er mer fordelaktig enn det andre. Generelt ses lavere framgang i øvelser som utføres senere i treningen (Nunes et al., 2021) – ved stagnasjon i markløft kan det være verdt å evaluere øvelsesrekkefølgen.

Fundamentalt eksisterer det to ulike modeller av periodisering – parallell (sammenfallende, konkomitant) og sekvensiell (blokk). I parallelle modeller forsøker en å utvikle multiple kvaliteter samtidig, for eksempel muskulær utholdenhet, hypertrofi og maksimal styrke, og en ser betydelig variasjon innad i en mesosyklus. Blokkperiodisering innebærer mer konsentrert fokus på én kvalitet per blokk eller mesosyklus, der målet er at neste blokk skal dra nytte av

tilpasningene som er gjort i den forrige, *fasepotensiering* (Pritchard, 2017; Williams et al., 2017). For eksempel har Taber et al. (2019) beskrevet at myofibrillær hypertrofi er en årsak til økt muskelstyrke, og slik kan en vellykket hypertrofiblokk lede til et høyere potensial for utvikling av maksimal muskelstyrke i en påfølgende treningscyklus. Det har blitt navngitt ulike faser når en går fra generell til mer konkurransespesifikk trening gjennom et år (makrosyklus). For parallelle modeller inkluderer dette forberedelsesfase, konkurransefase, formtopping og overgangsfase/aktiv hvile. På samme måte kan en for blokkperiodisering adekvat sette opp akkumuleringsblokk(er), forvandlingsblokk(er) og realiseringsblokk(er) i beskrevet rekkefølge, og forhåpentligvis ende opp med å realisere generelle og spesifikke muskelkvaliteter utviklet i de første blokkene (Williams et al., 2017).

Repetert eksponeringseffekt («repeated bout effect», RBE) er et fenomen der eksponering for en uvant stimulus, om enn bare én gang, beskytter mot muskelskade fra framtidige eksponeringer for lignende stimuli (Zourdos et al., 2015). Når en beveger seg fra én type trening til trening med helt andre karakteristika, er det tilrådelig med en gradvis eksponering. Dette gjelder både volum, intensitet, frekvens og bevegelsesmønstre – og skaper en arena for avlastnings- eller introduksjonsuker med enklere og mindre trening i overgangen mellom ulike treningsperioder. Det finnes lite forskning på *deloads* for styrketrening, men Bell og kollegaer (2022) har utført en kvalitativ studie med trenere på høyt nivå. Trenerne vurderte deloads som periodiske, intensjonelle treningscykluser med redusert treningsbelastning for å fasilitere restitusjon og videre progresjon og *readiness* (Bell et al., 2023). Reduksjoner i treningsvolum gjennom antall reps per sett eller antall sett, lavere vanskelighetsgrad/utmattelsesgrad (flere RIR, lenger avstand fra failure) og eventuelt lavere relativ belastning (prosent av 1RM) var de hyppigst manipulerede treningsvariablene, i tillegg til øvelsesvalg og -konfigurasjon (Bell et al., 2023). Trenerne rapporterte typisk 5-7 dagers varighet av en deload, og programmerte de som regel hver 4.-6. uke (Bell et al., 2023). Coleman og kollegaer (2023, preprint) utførte en eksperimentell studie på deloads (mer presist avholdenhet fra trening), og fant at én uke treningsfri midt i en blokk på ni uker førte til mindre styrkeutvikling enn å trene i alle ukene. Å ta helt fri kan altså ha uønskede effekter, og en deload bør i de fleste tilfeller inneholde styrketrening. En deload kan programmeres både proaktivt og reaktivt, og det er viktig å finne riktig tidspunkt i programmet – og samtidig strukturere deloaden på en måte som både vedlikeholder adaptasjoner og gjør kroppen klar for en ny periode med hard, produktiv trening.

En «taper» er en form for deload som benyttes for å fasilitere prestasjon til en test eller et stevne. Her er det større fokus på å vedlikeholde eller «peake» styrke. «Tapere» og formtopping diskuteres i detalj senere i denne teksten og i en egen modul i Level 3. En introduksjonsuke eller introuke er en uke med lavere stress (vanligvis volum, vanskelighetsgrad og eventuelt intensitet) enn den planlagte treningen i den kommende mesosyklusen. Målet med en introuke er å legge til rette for en best mulig overgang mellom perioder med trening, kanskje særlig fra en periode med lavere volum til en periode med høyere volum. Du har kanskje hørt begrepet «pivot»? Enkelte trenere benytter seg av deloaduker med trening av andre øvelser, belastninger og energisystemer enn normalt. Dette kan være en motiverende strategi for noen, men effektene er usikre.

Tradisjonelt begynner en makro- eller mesosyklus med høyt volum og lav intensitet, med gradvis overgang til lavt volum og høy intensitet, ofte (upresist) referert til som lineær periodisering (LP). Undulerende periodisering (UP) har vokst fram som en alternativ modell, og kjennetegnes av hyppige variasjoner i volum og intensitet – på daglig (DUP) eller ukentlig (UUP) basis. Det har blitt foreslått at hyppigere endringer i treningsvariabler potensielt kan forårsake økt nevro-muskulær stimulering – og, som konsekvens – forbedrede tilpasninger (Pritchard, 2017). En systematisk litteraturoversikt og metaanalyse fra Harries og kollegaer (2015) avdekket ingen forskjell i effekt mellom LP og UP på maksimal styrkeutvikling i verken over- eller underkroppen. De inkluderte treningsintervensjonene var dog av kort natur, og kombinert med lav treningsstatus på deltagerne er det vanskelig å utelukke en potensiell effekt hos godt trente utøvere over tid. Miranda et al. (2011) fant ingen signifikant forskjell mellom LP og DUP hos trente personer, men en tendens til større respons i beinpress hos DUP-gruppen (18,2% vs. 5,9%). De mest nylige metaanalysene av Williams et al. (2017) og Moesgaard et al. (2022) antyder at de mer frekvente endringene sett ved (D)UP leder til større økninger i 1RM (hos trente). Det kan derfor være fornuftig å inkludere flere forskjellige repetisjonsantall og intensiteter gjennom uken – det kan for eksempel være 6-ere på 75-80%, 4-ere på 80-85% og 2-ere på 85-90%, men også 10-ere, 7-ere og 3-ere med større variasjon i intensitet. Den daglig undulerende treningen kan kombineres med lineære trender over tid, der volumet gradvis reduseres og intensiteten økes mot en konkurranse.

Colquhoun og kollegaer (2017) har sammenlignet et fleksibelt DUP-program der deltagerne selv kunne velge rekkefølgen på treningsøktene, med et program med statisk rekkefølge. Etter ni uker var det ingen signifikant forskjell mellom gruppene i utvikling av 1RM, fettfri masse, motivasjon eller hvor anstrengende de opplevde treningen.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hva er periodisering?
- 2) Hva er forskjellen på periodisering og programmering?
- 3) Hvordan vil du legge opp periodisering i styrkeløft? Vil det være forskjeller mellom ulike treningsaldre og konkurransenivåer?
- 4) Hva er hensikten med en deload? Når og hvordan vil du programmere deloads?

## Autoregulering

En kritikk mot rigid periodisering har vært overvekt av modeller og en teoretisk tilnærming til å forutse framtidig utvikling. Autoregulering er en tilnærming til trening der individet selv justerer ovennevnte variabler basert på restitusjon og prestasjon (Helms, 2017). Ved å legge til rette for bedre individualisering, kan autoregulering optimalisere muskulære tilpasninger. Blant andre Hackett, Helms og Zourdos har funnet at subjektiv vurdering av reps i reserve (RIR) er en god og nøyaktig metode for å vurdere hvor langt fra utmattelse relativt harde sett med få repetisjoner (typisk styrkeløfttrening) er, og at dette er en effektiv belastningsstrategi (Hackett et al., 2012; Hackett et al., 2018; Helms et al., 2018; Zhang et al., 2021; Zourdos et al., 2016). RPE (rate of perceived exertion/vurdering av oppfattet anstrengelse) er et verktøy opprinnelig hentet fra utholdenhetstrening (Borgskala), men adoptert og adaptert til maksimal styrketrening. For RPE benyttes en invers skala der RPE 10 svarer til 0 reps i reserve (maksimal anstrengelse), RPE 9 til 1 rep i reserve, RPE 8 til 2 reps i reserve, osv.

Sampson og Groeller (2016) fant at trening med 1,5-2 RIR var like effektivt for økning av 1RM og muskeltverrsnitt som trening til utmattelse i albuefleksjon over 12 uker. Det ble

foreslått at trening til utmattelse ikke er nødvendig for å indukere signifikante nevralt og strukturelle endringer i skjelettmuskulatur. Flere studier har i ettertid bekreftet at trening til muskulær utmattelse ikke er bedre, og gjerne underlegent, trening med  $\geq 1$  RIR for å øke 1RM (Carroll et al., 2018; Davies et al., 2016; Lacerda et al., 2020; Sánchez-Moreno et al., 2020). En metaanalyse fra 2020 viste at trening med  $\geq 1$  RIR øker dynamisk styrke og kraft i samme eller større grad enn trening til failure, mens ingen forskjell ble observert for hypertrofi (gitt isovolemiske forhold (Vieira et al., 2020)). Ruple og kollegaer (2023) fant ingen forskjeller i utvikling av 1RM i knebøy, benkpress eller markløft i sin studie over seks uker, der de tre styrkeløftene enten ble trent til  $\sim 4$  RIR eller 0-1 RIR, og øvrige øvelser med samme sett, reps og relativ belastning/utmattelsesgrad mellom gruppene. En stor metaregresjon fra Robinson og kollegaer (2023, preprint) indikerer noe bedre styrkeutvikling ved å unngå failure, og ved lav-moderat belastning ser fordelene ut til å være større med flere RIR. Trening til failure er også assosiert med lavere hastighet, mer ubehag, forlenget restitusjonstid og potensielt økt skaderisiko (Davies et al., 2016; Moran-Navarro et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2018; Santos et al., 2019). Det er viktig å understreke at trening til failure ikke er enten eller – det kan ha en positiv effekt i noen situasjoner og handler om totalsituasjon og tilvenning. Hardere trening ser ut til å bli mindre og mindre utmattende med tilvenning.

Vi har sett at godt trente utøvere presist kan angi RIR, og at faktisk RPE i liten grad avviker fra planlagt RPE. Men hvor godt fungerer RIR-basert RPE som belastningsstrategi? Helms og kollegaer (2018) studerte effekten av selvvalgt belastning basert på planlagt RPE versus et tradisjonelt prosentbasert opplegg i knebøy og benkpress. De to gruppene trente parallelt i åtte uker, og begge opplevde signifikant økt 1RM og muskeltverrsnitt. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene, men 57-79% sannsynlighet for at RPE-basert belastning gav en liten fordel for å øke 1RM. Prosent- eller RPE-basert forskrivning av intensitet trenger på ingen måte å fungere i et vakuum, og en god trener vil i mange tilfeller integrere de to modellene for å oppnå så presis akuttbelastning og langsiktig progresjon som mulig.

Flere studier har også vist at hastighetsmåling kan benyttes både for å bestemme intensitet og volum, på lignende vis som RPE (Helms, 2017; Shattock & Tee, 2020). Denne metoden er mer objektiv enn RPE, men er kostbar og krever innlæring og forståelse. Hvis en har tilgang på hastighetsmåling, vil jeg foreslå å utvikle en individuell hastighetsprofil i relasjon til 1RM



(prosent, kilogram i reserve, RIR/RPE) for de ulike løftene, og benytte absolutt hastighet for å bestemme belastning og når et arbeidssett skal termineres. Hastighetstap blir benyttet av en del forskningsgrupper og utøvere, men vil variere med blant annet belastning og utgangshastighet. Høyere hastighetstap (lavere absolutt hastighet) kan motvirke evnen til å produsere stor kraft, redusere involveringen til type II-fibre, og forlenge restitusjonstiden (Jukic et al., 2022). En kan derfor anbefale lave til moderate hastighetstap for maksimal styrke, men vi har ikke grunnlag for å uttale at for eksempel 10% eller 20% velocity loss er optimalt (og det vil nok variere mellom løftere, situasjoner og intensiteter).

APRE er et konsept der en baserer progresjonen fra uke til uke på 1-2 sett til failure (Mann et al., 2010; Zhang et al., 2021). Teorien er at denne tilbakemeldingen på prestasjon skal være representativ for tempoet til den underliggende progresjonen, og dermed forespeile den mest optimale belastningen. Dette kan være en effektiv og motiverende strategi, kanskje spesielt for moderat trente individer (Zhang et al., 2021). Potensielle ulemper er kostnaden av trening til failure, at prestasjonen svinger mellom dager, og at progresjonen i ett repetisjonsområde ikke nødvendigvis er representativ for progresjonen i andre. Her ville jeg i stedet ha utført ett plusssett med tak på ca. RPE 8, og basert progresjonen på dette, ev. vurdert utviklingen i RPE eller hastighet på gitte belastninger, og estimert progresjonen fra disse variablene. Hvis en velger å benytte progresjonsmodeller som inkluderer failure, kan en overveie om volumet bør reduseres noe.

RPE kan også fungere som en form for volumkontroll. RPE-stopp er en metode der en utfører arbeidssett til en når en forhåndsbestemt RPE-terskel, som signaliserer at adekvat volum er oppnådd (Helms, 2017). Det er usikkert hvor presist dette verktøyet er for å finne optimalt treningsvolum, og en bør i alle tilfeller sette et øvre tak for antall sett. Session-RPE ble opprinnelig introdusert innen utholdenhetslitteratur, men er et verktøy som i dag brukes for å kartlegge den globale opplevelsen av utmattelse/vanskelighetsgrad av styrketrening, skåret 30 minutter etter økten. Min erfaring er at session-RPE kan være nyttig for å monitorere fatigue og toleranse hos utøvere, og kan brukes som indikator for å øke eller redusere treningsvolum (antall sett per dag, eventuelt omfordeling av sett eller øvelser til andre dager).

### Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hva er potensielle fordeler og ulemper med autoregulering?
- 2) Hvilke autoreguleringsverktøy synes du er mest effektive? Klarer du å selv finne opp et nyttig verktøy?
- 3) Hvordan kan en best integrere fikserte belastninger (prosent av 1RM eller absolutte kg) og autoregulering (f.eks. RPE/RIR)?
- 4) Hvilken avstand fra failure (hvor mange RIR) er optimal for maksimal styrke?

## Pauser

For å bevare kvaliteten og intensiteten på treningen er en avhengig av tilstrekkelig hvile mellom sett. En systematisk oversikt fra Grgic et al. (2018) konkluderte med at intersettpauser >2 minutter er nødvendig for å maksimere styrkeøkninger hos trente løftere. Schoenfeld et al. (2016) fant at ved lik intensitet og volum (3x8-12RM), førte tre minutters pause til signifikant bedre utvikling av maksimal styrke og hypertrofi enn ett minutt pause. Hernandez et al. (2020) studerte utviklingen av antall reps til failure ved 85% av 1RM over fire sett. Med to minutters pause mellom sett gikk deltagerne fra 6,4 til 1,9 RPS (-70%), versus fra 6,4 til 5,4 RPS (-16%) med åtte minutters pause. Fem minutters pause skåret midt imellom (fra 6,4 til 3,4 RPS = -47%). Dette var en studie på akutte effekter, men det framstår plausibelt at lengre pauser vil lede til både høyere intensitet og volum, og følgelig forbedret 1RM, dersom en har tid til å gjennomføre dette. Ibbott et al. (2019) fant at studiedeltagerne i gjennomsnitt hvilte i 4-5 minutter mellom sett under 5x5x5RM i knebøy da de ble bedt om å ta intuitive pauser, og at dette var effektivt for å gjennomføre treningsøkten. Med bakgrunn i disse studiene kan det lages anbefalinger om >2 minutters pause mellom alle sett, 4-10(+) minutter mellom sett i flerleddsøvelser med høy intensitet og vanskelighetsgrad, og 2-4 minutter i enleddsøvelser ( gjerne med agonist-antagonist-paret oppsett (Paz et al., 2017; Weakley et al., 2020)).

«Cluster sets» og «rest redistribution sets» har blitt mer populært de siste årene og er også studert i litteraturen. Dette konseptet går ut på å manipulere strukturen i et tradisjonelt sett, og fordele det i flere mindre sett med kortere pauser. For eksempel kan ett sett med åtte reps

deles opp til fire små sett med to reps med 30 sekunder pause. 3x6 med tre minutters pause kan for eksempel omfordes til tre sett med 3x2 med to minutters pause mellom sett og 30 sekunder pause mellom delsett (hver andre repetisjon), eller 9x2 med 45 sekunder pause. Cluster sets og rest redistribution sets viser samme effekt for styrke som tradisjonell trening, og muligens bedre effekt for power og dårligere effekt for hypertrofi og muskulær utholdenhet (Davies et al., 2021; Jukic et al., 2021). Dette skyldes sannsynligvis endret avstand fra failure (RIR) og velocity loss sett i sammenheng med utført volum (trening med høy hastighet er positivt for power, for få reps og langt fra failure for hypertrofi og muskulær utholdenhet). En fordel med denne type trening er at en kan øke intensiteten litt uten ekstra fatigue, som potensielt er bedre for styrkeutvikling. En kan også tenke seg noe bedre kvalitet per rep som kan hjelpe på styrke på lang sikt. En får også flere førstereps, som kanskje er spesielt effektivt i markløft (starter med den konsentriske fase). Også med cluster sets og rest redistribution sets er det viktig med autoregulering (av antall reps, RIR/velocity og pauselengde). Hensikten er å trene med høy kvalitet og kraftutvikling på intensiteter som stimulerer til god styrkeutvikling.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvor lange pauser er optimalt i styrkeløft?
- 2) Hvilke faktorer tror du påvirker optimal pauselengde?
- 3) Hva kan være fordeler og ulemper med cluster sets?

## Maksimal styrke på kort sikt

Dersom målet er å oppnå maksimal muskelstyrke på kort sikt (noen måneder), vil framgangsmåten kunne avvike i noen grad sammenlignet med en langsiktig plan. Ved hjelp av elektromyografi observerte Häkkinen og Komi (1983) økt nevralt aktivering i involvert muskulatur etterfølgende 16 uker med trening svarende til 80-120% av konsentrisk 1RM. Den observerte endringen var størst i den første halvdel av studien, og indikerer at det kanskje ikke er behov for å trene med maksimal intensitet lenge før konkurranser. Häkkinen og kollegaer (1987) studerte også elitevektløftere i ett år, og fant at tredjedelen av året med lavest

gjennomsnittintensitet ( $77,1 \pm 2,0\%$  av 1RM) reduserte neural aktivering, mens de siste fire månedene der intensiteten var høyere ( $79,1 \pm 3,0\%$  av 1RM) gav størst økning i aktivering. Med høyere EMG-aktivering som akutteffekt av høyere treningsbelastning, kan en tenke seg at kronisk eksponering for denne type trening kan lede til bedret evne til å rekruttere egnet muskulatur. På den andre siden medfører trening med svært høy intensitet potensielt tapt volum og dermed mindre hypertrofi, samt risiko for overtrening og skader. Det er også viktig å ha i mente at overflate-EMG i senere tid har vist seg å ha klare begrensninger.

Planlagte (korte) perioder med overanstrengelse, (funksjonell) *overreaching*, har (i hvert fall teoretisk) potensialet til å lede til en superkompensasjon med ekstra høy styrkeforbedring etter en velstrukturert avlastnings- eller formtoppingsperiode (Aubry et al., 2014). Funksjonell *overreaching* er en tilstand med vesentlig grad av treningsindusert fatigue med påfølgende redusert prestasjon. Det sentrale er at en kan restituere seg tilbake til minst utgangspunktet i løpet av dager til en uke.

Zourdos og kollegaer (2015) fikk tre konkurrerende utøvere (styrkeløft/vektløfting) til å trene knebøy 37 dager på rad med svært høy intensitet. De første 30 øktene bestod av å jobbe opp til en daglig 1RM (RPE 9,5-10), etterfulgt av 5x3x85% eller 5x2x90% (annenhver økt) av dagens toppsett. Dag 31-32 hadde tre volumsett, dag 33-34 to volumsett, dag 35 ett volumsett, og dag 36 kun 1x1x85% av preintervensjons-1RM. Utøver 2 og 3 økte henholdsvis 13,5 kg/10,8% og 21 kg/9,5% fra pre- (dag 1) til posttest (dag 37). Utøver 1 forbedret seg 5 kg/2,3% fra start til slutt, men 12,5 kg/5,8% til beste løft i løpet av perioden. Forfatterne konkluderte med at 1RM-trening effektivt kan produsere robuste økninger i maksimal styrke over en kort periode hos godt trente utøvere. Dette er absolutt imponerende utvikling for løftere på allerede høyt nivå, men det bør nevnes at øvrig trening ble begrenset til benkpress og/eller militærpress 3-5 sett 2-3 ganger per uke. Det virker usannsynlig å kunne gjennomføre tilsvarende trening i knebøy, benkpress og markløft samtidig, så dersom målet er forbedret total eller utvikling av maksimal muskelstyrke i flere øvelser parallelt, bør en sannsynligvis fordele ressursene noe jevnere. Deltagerne i studien hadde minst fem års erfaring med knebøytrening, og ovennevnte er en treningsstrategi som bør forbeholdes svært avanserte utøvere. Spørsmålet blir også om en kunne sett tilsvarende eller større progresjon med for

eksempel halvert frekvens av 1RM-løft, halvert volum etter toppsettet, eller bare volumsett 2-4 dager per uke. Og hvordan ville dette målt seg mot å stoppe toppsettet ved RPE 6-9?

En studie fra Androulakis-Korakakis og kollegaer (2018) inkluderte ti menn som enten trente maksløft (RPE 9-9,5) flere ganger i uken med svært lavt volum (1RM-trening), eller mer tradisjonell periodisering og høyere volum (70-93% av 1RM). De studerte effekten av elleve ukers trening inn mot konkurranse hos utøvere med i gjennomsnitt to års erfaring med styrkeløft. I den periodiserte gruppen opplevde de utvikling i styrkeløfttotal på 0-6,5%, mens resultatene i 1RM-gruppen svingte fra -5% til +5%. De fleste i 1RM-gruppen traff ikke sine tyngste løft i løpet av perioden på selve konkurransedagen. Flere tunge løft/nær maks hver uke alene i lang tid kan gi styrkeøkninger som er sammenlignbare med tradisjonell programmering, men er en uforutsigbar strategi. Hvordan skal vi da legge opp treningen for å prestere best mulig på kort sikt? Samme forfatter har de siste årene fullført doktorgraden sin om minste effektive dosen for muskelstyrke, og fant svært gode resultater av å legge til 2x3 (to sett med tre reps) på 80% av dagens 1x1 til RPE 9-9,5, eventuelt en AMRAP på ca. 70% (Androulakis-Korakakis et al., 2021).

Formtopping er en treningsmetode eller -fase som har som mål å forbedre konkurranseprestasjonen gjennom reduksjon i treningsbelastning, slik at en minimerer fatigue (Le Meur et al., 2012). For at en formtopp skal ha effekt, må den nødvendigvis verken produsere ekstra fatigue eller redusere treningsbelastningen i så stor grad at ervervede treningstilpasninger forsvinner og prestasjonen stuper (Mujika, 2010). En studie av Grgic et al. (2017) intervjuet ti kroatisk styrkeløftmestere i åpen klasse angående formtopping og avlastningsperioden før konkurranse, og konkluderte med at å redusere volum, men beholde intensitet og frekvens står sentralt for å skape en god formtopp. Det finnes flere måter å løse avlastningsuken(e) på: En kan for eksempel plutselig redusere volum én til tre uker før konkurransen, eller gjøre en gradvis reduksjon.

Pritchard et al. (2016) undersøkte hvordan elleve eliteutøvere uten utstyr ( $431,9 \pm 43,9$  Wilks) i New Zealand toppet formen mot konkurranse. Treningsvolumet var størst  $5,2 \pm 1,7$  uker før konkurransen og intensiteten høyest  $1,9 \pm 0,8$  uker før. I avlastningsperioden ble

treningsmengden redusert med  $58,9 \pm 8,4\%$ , mens intensiteten ble vedlikeholdt (eller marginalt redusert).

Tilgjengelig litteratur indikerer at å redusere treningsmengden (med 30-70%) samtidig som en vedlikeholder eller marginalt øker treningsintensiteten er mest effektivt for å akutt forbedre maksimal muskelstyrke (Pritchard, 2017; Pritchard et al., 2015). Det finnes få gode intervensjonsstudier på formtopping, men vi har etter hvert fått et par indikasjoner: Fire ukers trening etterfulgt av én uke med formtopping (70% reduksjon i treningsmengde) der den ene gruppen økte intensiteten med 5% og den andre gruppen reduserte med 10%, viste ikke-signifikante forskjeller mellom gruppene i favør av høyest intensitet (Pritchard et al., 2019). Dette understreker at det er reduksjon av volum som er viktig, og at intensiteten kan holdes høy ( $\geq 85\%$  av 1RM).

En oversiktsartikkel fra Travis et al. (2020) har saumfart litteraturen spesifikt for formtopping og maksimering av prestasjon i styrkeløft. Eksponentielle og stegvise protokoller med reduksjon i totalvolum mellom 31,6-71,9% over 7, 14 eller 28 dager ledet alle til forbedring av knebøy- og benkpressprestasjonen med 1,4-9,5%. Forbedringene ble observert uavhengig om intensiteten ble vedlikeholdt, økt med 5,9%, eller redusert med 8,5-25,0%.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke variabler er viktigst for utvikling av maksimal styrke på kort sikt?
- 2) Kan et for stort fokus på kortsiktige resultater påvirke langsiktig utvikling?
- 3) Hvordan vil du planlegge formtopping/peaking i styrkeløft?

## Avsluttende tanker

Å oppnå og å uttrykke sin fulle styrke handler om mer enn den siste treningsperioden/formtoppen. Månedene som leder opp til ukene med formtopping er

avgjørende for resultatet, og hvilken trening som er gjennomført påvirker variabler i formtoppingen. For å øke maksimal muskelstyrke kreves både et adekvat volum til å oppnå tilstrekkelig hypertrofi, og høy nok intensitet til å forbedre nevro-muskulære tilpasninger. For å kunne gjennomføre trening diskutert i denne delen av artikkelen vil det være essensielt å ha et godt grunnlag over flere år med trygg og effektiv teknikk, robust muskeltvernsnitt, og evne til å rekruttere motoriske enheter. Skulle jeg satt opp trening til en utøver som planlegger å delta i sitt siste DM eller VM før karriereslutt, ville jeg ha fokusert på konkurransespesifikke øvelser og høy intensitet den siste perioden, og lagt til rette for å finne det optimale treningsvolumet for å skape den største positive toppen i fitness-fatigue-kurven.

Er målet å forbedre maksimal muskelstyrke over flere år, ville jeg hatt en mer moderat tilnærming, men sikret en frekvens på  $\geq 2$  økter per uke med  $\geq 2$  sett per økt, og uten at det gikk for lenge mellom eksponering for intensitet  $\geq 80-85\%$  av 1RM. En kan tenke seg en integrert periodiseringsplan med undulering av variabler på kort sikt (mikrosyklus) og lineære trender som ramme (makrosyklus), der en gradvis beveger seg fra perioder med høyere volum og lavere intensitet til lavere volum og høyere intensitet. Hver syklus starter og ender høyere enn den forrige, og en ser en økning i treningsvolum primært gjennom økt absolutt styrke og belastning. Treningen bør hele veien domineres av flerleddsøvelser, og jo tyngre belastning og nærmere testing, jo mer spesifikk bør den være. En plan for å maksimere styrkeøkninger på kort sikt vil være tilnærmet lik innspurten i en plan for å øke styrken på lang sikt, og for at den skal fungere, bør resten av løpet være unnagjort i forkant.

Kunnskapsbasert praksis handler om å kunne integrere forskningsbasert kunnskap, kunnskap fra dine egne erfaringer, og kunnskapene, erfaringene og behovene til den aktuelle utøveren – i riktig kontekst. Jeg har nå presentert en oversikt over evidensbasert litteratur rundt trening for maksimal styrke, men tolkningene våre av litteraturen vil være noe forskjellige. Erfaringene, utøverne og kontekstene våre vil i alle fall være forskjellige. Her følger uansett noen tips til praktiske tilnærminger, og jeg håper det er noe du kan ta med i din egen og andres treningsplanlegging. Se også de ulike treningsprogrammene på styrke.dk.

Det er viktig å starte med utgangspunktet til den aktuelle utøveren. Har hun/han allerede god utvikling med gjeldende treningsprogram, kan det være smart å ikke endre så mye (med mindre du vurderer skaderisikoen som høy). Treningsvolumet bør ikke økes med mer enn 10-20% om gangen, og frekvensen ikke økes med mer enn én dag per uke per øvelse. Du bør også tenke deg godt om før du eventuelt gjør et stort hopp i intensiteten. Kanskje skal akkurat denne utøveren i stedet redusere én eller flere av variablene? Litteraturen gir anbefalinger om  $\geq 2$  treninger per øvelse per uke,  $\geq 5$  sett per øvelse per uke og regelmessig eksponering for belastninger  $\geq 80-85\%$  av 1RM. En bør trene med overskudd på de fleste sett, typisk 1-5 RIR. Det bør fokuseres på konkurranseøvelsene og andre flerleddsøvelser. Det finnes flere årsaker til å velge en spesifikk øvelse: strukturell eller nevrologisk adaptasjon (økt hypertrofi eller styrke), forbedret teknikk, skadeforebygging og psykologi (mestringstro/selvtillit, motivasjon, trivsel, etc.). Tenk gjennom disse årsakene når du og utøveren velger øvelsene i programmet, ofte vil den samme øvelsen krysse av flere av boksene.

Fire ukentlige treningsdager er ofte et godt utgangspunkt for en styrkeløfter med gjennomsnittlig nivå og motivasjon. Jeg benytter ofte tre dager med knebøy (for eksempel mandag, onsdag og fredag), fire dager med benkpress og to dager med markløft (for eksempel onsdag og lørdag). De fleste tolererer og behøver mer (relativ) trening i benkpress enn i markløft, ofte med knebøy et sted i midten. Det gjelder å strukturere uken slik at kvaliteten på treningen blir best mulig. For eksempel kan en på mandag trene med høyest volum i knebøy, gjerne starte med 2-4 sett x 5-8 reps og øke toleransen over tid. Kanskje passer det med en halvtung singel (87,5-92,5%/RPE 6-8/2-4 RIR) før arbeidsettene for å eksponeres for høyere intensitet og trene konkurransespesifikt? På onsdag kan en ha en mindre og lettere økt i knebøy som kombineres med markløft. På fredag trenes knebøy med høyere intensitet og noe lavere volum enn mandag, gjerne 80-87,5% for 2-4 reps per sett. Samme framgangsmåte kan benyttes i benkpress og markløft. Mesteparten av treningen bør utføres med 2-5 RIR med fokus på god og effektiv teknikk. Over tid vil vektene økes, som også fører til en økning i treningsvolum. Om antall sett og/eller frekvens kan/bør økes må vurderes ut ifra respons. Det er viktig å ha en god plan for treningen, men samtidig utvikle strategier for å justere planen underveis. Et treningsprogram er ikke statisk, men i stadig utvikling – akkurat som vår kompetanse og forståelse rundt trening.



## Styrketrening for hypertrofi... i styrkeløft

---

### Sammendrag

Muskelvekst (-hypertrofi) er en uspesifikk effekt av styrketrening, men det er etablert en sterk korrelasjon mellom muskeltvernsnitt og muskelstyrke. Totalt treningsvolum er den viktigste variabelen for muskelvekst, og volum og hypertrofi har et dose-respons-forhold. Antall harde sett er en god metode for å kvantifisere volum når en trener for hypertrofi. Metaanalytisk data har vist at 10+ sett per muskelgruppe per uke er bedre enn <10 sett. Enkelte studier har sett størst effekt av 20-40 sett per muskelgruppe per uke, men 10-20 synes å være et godt startpunkt. Volumet bør økes gradvis, for eksempel med 10-20% om gangen, og avløses av perioder med lavere volum. Fra ca. 30-40% av 1RM og oppover kan en oppleve sammenlignbar muskelvekst på per sett-basis. For styrkeløftere kan volumet med fordel akkumuleres mellom 65-85% av 1RM for sett med 5-10 reps. Settene bør tas til RPE 5-10 (0-5 RIR). Trening til failure forlenger restitusjonstiden og er sannsynligvis ikke særlig mer effektivt enn trening med  $\geq 1$  RIR. Hver muskelgruppe bør stimuleres  $\geq 2$  ganger per uke, ved stort treningsvolum vil det være gunstig å fordele settene på flere dager. Trening for muskelvekst stiller mindre krav til spesifisitet, men det anbefales å velge øvelser som effektivt belaster ønskede muskelgrupper gjennom full trygg ROM (range of motion). Som styrkeløfter vil det være en fordel å velge øvelser som styrker konkurranseløftene. For progresjon kan man øke belastningen med samme antall repetisjoner, øke antall reps på samme belastning, eller redusere repetisjonsantallet med tilsvarende RIR og antall sett, gitt  $\geq 5$  RPS (reps per sett).

Treningsvolum driver muskelvekst, med et underliggende behov for tilstrekkelig intensitet og spesifisitet. Maksimal muskelstyrke drives av intensitet og spesifisitet, men er samtidig

avhengig av et adekvat volum. Styrkeløftere bør trene for å optimalisere oppgavespesifikk hypertrofi. 2-5 RPS kan gi samme muskelvekst som  $\geq 6$  RPS, men krever sannsynligvis flere sett. Prestasjonsfremmende aktivering («postactivation performance enhancement», PAPE) kan benyttes i perioder/på dager med høyere reps, gjerne 1 sett x 1-3 reps x 87,5-92,5% av 1RM med 1,5-4 RIR  $\geq 7-8$  minutter før volumsett.

## Introduksjon

I motsetning til maksimal muskelstyrke, er ikke muskelvekst (-hypertrofi) en spesifikk prestasjonstilpasning. Endring i total muskelstørrelse er en grov strukturell konsekvens av at ulike strukturer prøver å tilpasse seg en påført stimulus. Som vi etter hvert skal se, kan tverrstripet skjelettmuskulatur øke i størrelse som respons på et bredt spekter av ulike treningsformer. Det er hypotetisert at to primære mekanismer står bak den hypertrofiske responsen til styrketrening: mekanisk tensjon og metabolsk stress (Helms et al., 2018; Israetel et al., 2020; Schoenfeld, 2010). I tillegg er muskelskade, strekk under belastning og cellehevelse («cell swelling») potensielle mekanismer (Israetel et al., 2020). Grovt sett kan en se vekst av tre ulike komponenter i muskulaturen: myofibriller, bindevev og sarkoplasma (Haun et al., 2019). Ulike muskelfibertyper (type I, type IIA og type IIX) har ulikt potensial for å øke i størrelse, og kan respondere ulikt på differensierte stimuli (Bjørnsen et al., 2019; Schoenfeld et al., 2021). I denne delen av artikkelen vil jeg ta for meg hvordan en bør trene for å oppnå maksimal muskelvekst, før jeg drøfter likheter og ulikheter mellom trening for muskelvekst og trening for maksimal styrke. Dette oppsummeres og settes sammen til praktiske retningslinjer for periodisert og integrert styrkeløfttrening.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke mekanismer står sannsynligvis bak muskulær hypertrofi?
- 2) Hvilken komponent av muskulaturen er det sannsynligvis viktigst å øke i størrelse for en styrkeløfter?
- 3) Hvilken muskelfibertype har størst hypertrofipotensial, og hvordan påvirker dette beslutninger rundt trening for styrkeløft?

## Volum

Forskning viser at totalt treningsvolum er den viktigste variabelen for muskelvekst (Schoenfeld, 2013; Schoenfeld et al., 2014; Wernbom et al., 2007). Volum og hypertrofi har et dose-respons-forhold (Schoenfeld et al., 2017; Schoenfeld et al., 2021). Enkelt forklart betyr dette at økning av volum inntil en viss dose også vil gi økt respons (hypertrofi), før kurven flater ut, og en eventuelt ser regresjon ved ekstremt høye treningsmengder. En oversiktsartikkel fra Baz-Valle og kollegaer (2018) konkluderte med at å telle antall harde (effektive) sett er en god metode for å kvantifisere volum når en trener for hypertrofi. For at denne metoden skal være gjeldende bør en trene med  $\geq 5$  reps per sett (RPS), og  $\leq 3(-5)$  reps i reserve (RIR). Volum kan også beregnes som antall repetisjoner, eller kanskje mer presist som treningstonnasje/relativ treningstonnasje (sett x reps x belastning/relativ intensitet) (Schoenfeld & Grgic, 2017). En bør også tenke gjennom den totale avstanden vektene flyttes, da dette vil påvirke det totale arbeidet som utføres. En person med lang løftevei vil ofte kunne/måtte trene med lavere treningsvolum (sett/reps/tonnasje) og RPS for å oppnå samme vanskelighetsgrad eller utmattelse som en person med kort løftevei.

I en metaanalyse fant Krieger (2010) at styrketrening med flere sett per øvelse produserte signifikant mer hypertrofi enn ett enkelt sett hos både trente og utrente individer. Det ble observert en trend der 4-6 sett per øvelse var mer effektivt enn 2-3 sett, som igjen var mer effektivt enn ett sett. Schoenfeld, Ogborn og Krieger (2017) utførte en systematisk gjennomgang og metaanalyse av tilgjengelig litteratur som utforsket forholdet mellom ukentlig treningsvolum og økning i muskelmasse. Konklusjonen var at 10+ sett per uke var bedre enn 5-9 sett, og begge deler bedre enn <5 sett. Det ble sett en effekt for hvert sett som ble lagt til, men pga. mangler i litteraturen kunne forfatterne bare konkludere med at  $\geq 10$  sett var bedre enn <10 sett per uke per muskelgruppe.

Hvordan reagerer godt trente utøvere? Brigatto og kollegaer (2019) fikk grupper med trente menn til å gjennomføre enten 16, 24 eller 32 sett per muskelgruppe per uke, og observert

økende hypertrofi med økende antall sett. Denne studien indikerer at svært høye treningsmengder kan gi ytterligere gevinst, men samtidig medfører dette en viss risiko. En tendens i volumlitteraturen er at studier finner en økende effekt av volum når det er kortere pauser mellom sett, mens moderate volum gjerne er mer effektive ved lengre pauser. Å starte med 10-20 sett per muskelgruppe per treningsuke synes å være et godt utgangspunkt, for så å gjøre individualiserte tilpasninger over tid (Helms et al., 2018). En bør også være var på overlapp mellom ulike muskler og muskelgrupper, og se treningsprogrammet som en helhet.

Amirthalingam et al. (2017) sammenlignet 5 sett med 10 reps og 10 sett med 10 reps per økt i flerleddsøvelser over en periode på seks uker. Begge grupper økte fettfri masse, men 5 sett-gruppen hadde større økning i overkroppen. Dette indikerer at det kan være nyttig å fordele volumet på flere dager. Kanskje finnes det i mange tilfeller et metningspunkt rundt 4-6 sett per øvelse/muskelgruppe per økt? Israetel og kollegaer (2020) spekulerer i at ratioen for stimulus til fatigue (SFR) er høyest i området 3-8 sett per muskelgruppe per trening, og at 5-10 sett per muskelgruppe per trening der det volumet som for de fleste gir størst muskelutvikling (MAV). I tidligere litteratur har det for avanserte løftere blitt anbefalt 3-6 sett per øvelse per treningsøkt for sett med 1-12 reps mellom 70-100% av 1RM (Schoenfeld & Grgic, 2017). Dette passer godt med virkelig praksis, da for eksempel 95% av 127 konkurrerende kroppsbyggere svarte at de utfører 3-6 sett per øvelse per økt (Schoenfeld & Grgic, 2017).

Radaelli og kollegaer (2015) klarte kunststykket å utføre en intervensjonsstudie over seks måneder. Tilfeldig fordelt i tre grupper som enten trente ett, tre eller fem sett per øvelse per økt, gjennomførte utrente menn tre økter per uke. Gruppen som trente fem sett opplevde signifikant større økning av muskeltverrsnitt i både fleksor- og ekstensorgruppen i overarmene. Dette understreker dose-respons-forholdet i et langtidsperspektiv, og planter også de beste resultatene midt i intervallet på 10-20 sett per uke.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvordan vil du monitorere treningsvolum for hypertrofitrening?
- 2) Kan du tenke deg noen metoder for å finne nær-optimalt volum for en utøver?

- 3) Forklar dose-respons-forholdet mellom volum og hypertrofi.

## Intensitet

Forskningsresultater indikerer at endringer i intensitet (belastning) kan påvirke akutte metabolske, hormonelle, nevrale og kardiovaskulære responser til trening (Schoenfeld et al., 2021). Belastningsanbefalinger blir typisk gitt langs et repetisjonskontinuum (styrke-utholdenhets-kontinuum), der 1-5RM regnes som trening for maksimal styrke, 8-12RM som hypertrofitrening, og  $\geq 15$ RM som utholdenhetstrening (Schoenfeld et al., 2021). Som vi snart skal se, er det et betydelig overlapp mellom de ulike belastningssonene, og spesielt muskelvekst kan finne sted i alle.

Intensiteten er av mindre betydning for utvikling av muskelstørrelse sammenlignet med for maksstyrke. En rekke studier har demonstrert at høy ( $>60\%$  av 1RM) og lav ( $<60\%$  av 1RM) intensitet kan gi likeverdig muskelvekst, gitt tilsvarende volum og høy anstrengelse (Lopez et al., 2021; Schoenfeld et al., 2017; Schoenfeld et al., 2021). Likevel ser det ut til at det finnes en nedre terskel. Lasevicius og kollegaer (2018) viste at ved samme antall sett til failure, produserte 20% av 1RM mindre hypertrofi enn 40-80% av 1RM. Fra ca. 30-40% av 1RM og oppover ser det ut til at en kan oppleve sammenlignbar muskelvekst på per sett-basis. Sett med svært mange reps må sannsynligvis utføres med høy anstrengelse, og dette oppleves gjerne mer ubehagelig (Ribeiro et al., 2019). Følgelig kan det lages anbefalinger om å samle mesteparten av volumet mellom 60-80% av 1RM for sett med 6-20 reps. Styrkeløftere bør primært holde seg til tunge (65-85% av 1RM for 5-10 reps) belastninger for å samtidig utvikle eller vedlikeholde maksimal styrke. (Husk at disse retningslinjene gjelder trening i perioder rettet mot muskelvekst – trening med 1-5 reps på 80-92,5% er svært effektivt for å utvikle maksimal styrke.) Unntak kan være skader som hindrer tung belastning, der for eksempel okklusjonstrening med lave belastninger kan vedlikeholde muskulatur og styrke (Bjørnsen et al., 2019; Schoenfeld et al., 2021). En kan med fordel utføre flere repetisjoner på lavere intensitet i støtteøvelser, med potensielt lavere skaderisiko og fatigue.

Sampson og Groeller (2016) har vist at å trene til muskulær utmattelse (failure) ikke er nødvendig for å indusere signifikant hypertrofi. Lacerda et al. (2020) opplevde også at trening der du stopper før muskulær utmattelse kan gi samme eller til og med større muskelvekst enn trening til failure. Santanielo et al. (2020) erfarte ingen signifikant forskjell i hypertrofi mellom trening til failure og trening med ~1,5 RIR, men en tendens til hakket raskere vekst hos gruppen som ikke trente til failure. En metaanalyse viste ingen forskjell i hypertrofi mellom trening til failure og trening ikke til failure ved likt treningsvolum, mens trening til failure gav største muskelvekst når det også resulterte i størst volum (Vieira et al., 2020). Trening som stopper før utmattelse fasiliterer høyere treningsvolum, så det siste funnet blir mindre relevant i praksis. Trening til failure er også vist å forlenge restitusjonstiden signifikant (Moran-Navarro et al., 2017). Dette vil igjen vanskeliggjøre et høyere volum.

To ferske metaanalyser/-regresjoner har sprikende konklusjoner rundt RIR for hypertrofi. Refalo og kollegaer (2023) skriver at det ikke finnes evidens for å si at trening til momentan muskulær failure er overlegent trening som stopper før failure, og at lavere RIR ikke alltid fører til bedre muskelvekst. Med bakgrunn i dette postulerer forskerne et ikke-lineært forhold mellom avstand til failure og hypertrofi. Robinson og kollegaer (2023, preprint) konkluderer med at endring i muskelstørrelse øker non-lineært med nærmere failure, men at fordelene er mindre ved høyere belastninger. Avstand til failure ble estimert og ikke målt i analysene, som gjør resultater og konklusjoner mer usikre (Robinson et al., 2023, preprint). Hvor langt fra failure kan en så trene og fortsatt legge til rette for optimal hypertrofi? Det finnes ikke klare svar i litteraturen, men RPE 5-10 (0-5 RIR) synes empirisk å være mest effektivt. Hvilken avstand til failure som er mest effektiv avhenger sannsynligvis av øvelse, belastning (intensitet, prosent av 1RM), volum og plassering i treningsdagen og treningsuken. Jeg vil forvente at trening til failure totalt sett er mer effektivt og håndterbart i sidehev eller bicepscurl sammenlignet med knebøy eller markløft, at det er mer effektivt på lavere belastninger og med lavere volum, og at det med fordel kan plasseres på slutten av en treningsdag eller treningsuke før en lengre periode med restitusjon (f.eks. 1-2 sett i støtteøvelser på slutten av en trening).

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke intensitetssoner vil du trene i for hypertrofi, og hvordan er forholdet mellom intensitet og antall reps per sett?
- 2) Hvilken avstand fra failure (antall RIR) vil du anbefale for hypertrofitrening, og hvilke faktorer påvirker anbefalingene?

## Overload

Felles for volum og intensitet ligger behovet for overload. En kan skape overload i volum, tensjon/belastning, og vanskelighetsgrad/innsats (RIR). Dette kan være å utføre flere reps per sett eller flere sett eller like mange sett/reps med tyngre belastning, gjerne med lavere RIR (nærmere utmattelse) over tid. Vi har akutt (per trening) og progressiv (over tid) overload. Treningen må være tilstrekkelig utfordrende til å stimulere positive adaptasjoner, og økende utfordrende over tid til å fortsette å indusere adaptasjoner. Nybegynnere bør holde seg lenger fra utmattelse (minimum 2 RIR) og fokusere på teknikk.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvordan vil du indusere overload for hypertrofi?
- 2) Hvilke parametere vil du fokusere på for en styrkeløfter?
- 3) Forklar prinsippet om progressiv overload.

## Frekvens

En litteraturgjennomgang fra Grgic og kollegaer (2019) studerte korrelasjonen mellom treningsfrekvens og muskelvekst. Muskelveksten var ikke signifikant forskjellig om en sammenlignet én økt per muskelgruppe per uke med to og tre økter per uke, og indikerer at frekvens ser ut til å spille en mindre rolle dersom et tilstrekkelig volum oppnås. Vi har dog indiser som peker mot at høyere frekvenser kan være mest effektivt også for muskelvekst.

Schoenfeld, Ogborn og Krieger gjorde først en systematisk gjennomgang og metaanalyse av treningsfrekvens for muskelvekst i 2016. Med utgangspunkt i ti studier konkluderte de med at to økter per muskelgruppe per uke er bedre enn én økt per muskelgruppe per uke for muskelvekst. I 2018 gjentok forfatterne analysen, nå med 25 studier inkludert. Resultatene viste ingen signifikant forskjell mellom høyere og lavere frekvenser dersom volumet gjennom uken var likt. Ikke-volumkorrigerede studier viste signifikant effekt i favør av høyere frekvenser, selv om magnituden mellom én og 3+ økter per uke var beskjeden. En kan konkludere med at det er sterk evidens for at treningsfrekvens spiller en birolle for hypertrofi dersom totalvolumet er det samme. Dessverre har de fleste deltakerne i disse metaanalysene lav treningsstatus, og det er vanskelig å projisere resultatene direkte til toppidrettsutøvere.

En treningsøkt eller dose med styrketrening påfører kroppen en gitt stimulus (her muskeloppbygging/muskelvekst). Denne prosessen er observert å kunne vare i opptil cirka tre (1-3) dager. Samtidig påføres kroppen et restitusjonsbehov – det tar en gitt tid før den igjen er klar for å utsettes for effektiv overload og en ny puls med muskeloppbygging. For optimal muskelvekst ønsker en teoretisk å trene aktuell muskulatur så snart den er restituert, og at restitusjonstiden ikke betydelig overskrider tiden for muskeloppbygging (jeg har ikke sett direkte støtte for dette i litteraturen (Yang et al., 2018)). Dette skaper et bevisst forhold mellom optimal dose per trening og optimal frekvens (treninger per muskelgruppe per uke). Som nevnt i volumavsnittet, kan det tenkes at 3-8 sett per muskelgruppe per trening gir best SFR, og at MAV per muskelgruppe per trening ligger rundt 5-10 sett. Ved å starte i nedre referanseområde og vurdere effekten, kombinert med en frekvens på 2-4 dager i uken (ny trening når kroppen føles restituert – prestasjon er det beste målet på restitusjon, for eksempel antall reps på en gitt vekt), kan en over tid finne en individualisert best-practice. Husk at både volumtoleranse og optimal frekvens er dynamisk – den endrer seg over tid, i tillegg til å være forskjellig mellom personer og muskelgrupper.

En intervensjonsstudie fra Schoenfeld et al. (2015) studerte effekten av tre fullkroppsoøkter per uke sammenlignet med tre kroppssplittøkter (frekvens på tre vs. én dag per uke) hos godt trente menn. Fullkroppsguppen opplevde signifikant større hypertrofi i underarmene, noe som kan indikere en gevinst av høyere frekvens, kanskje spesielt hos godt trente. Jeg vil konkludere med at utøvere kan velge treningsfrekvens basert på personlig preferanse, men



ville samtidig lagt til rette for at hver muskelgruppe, direkte eller indirekte, blir stimulert  $\geq 2$  ganger per uke.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke treningsfrekvenser er best for hypertrofi?
- 2) Hvordan kan du bruke frekvens som et verktøy for volum?
- 3) Hvordan vil du finne den optimale frekvensen for en utøver? Vil denne endre seg over tid?

## Spesifisitet

Spesifisitet for hypertrofi betyr at all trening bør lede til muskelvekst, vedlikehold av muskelmasse eller potensielle eller støtte opp under fremtidig muskelvekst (Israetel et al., 2020). En bør gjøre en behovsanalyse for å finne ut av hvilken trening som skal prioriteres. Annen trening og andre stimuli kan ha en negativ påvirkning på hypertrofi og muskelmasse, særlig belastende, muskelnedbrytende og energikrevende aktivitet av lang varighet.

Med bakgrunn i tidligere studier har en konkludert med at en må være kjent med og effektiv i en gitt øvelse for å oppnå tilstrekkelig belastning til å inducere muskulær hypertrofi (Helms et al., 2018). Fra dette følger repetert, sekvensiell trening over uker og måneder (beholde samme øvelser i minimum en mesosyklus). Likevel blir spesifisitet sett på som mindre viktig for hypertrofi enn for maksimal muskelstyrke. Paoli og kollegaer (2017) viste ingen forskjell i kroppssammensetning mellom en gruppe som trente flerleddsøvelser og en gruppe som trente enleddsøvelser. Begge grupper opplevde reduksjon i fettmasse og økning i fettfri masse.

Dersom en øvelse er viktig for et spesifikt treningsmål, bør den utføres tidlig i økten (Nunes et al., 2020; Simao et al., 2010). For hypertrofi konkluderte en metaanalyse fra 2020 med at en kan se tilsvarende resultater enten en gjør flerleddsøvelser før enleddsøvelser, eller motsatt

(Nunes et al., 2020). Styrkeøkningene ser derimot ut til å være størst i øvelsene en utfører først i økten. Data fra Avelar og kollegaer (2019) foreslår at begge metoder kan være effektive, men at det kan foreligge en potensiell fordel ved å utføre flerleddsøvelsene først.

En annen faktor for hypertrofi er bevegelsesutslaget (range of motion, ROM) muskelen utsettes for i øvelsen. En systematisk litteraturgjennomgang fra Schoenfeld og Grgic (2020) med 135 subjekter fra totalt seks studier av eksellent kvalitet antyder at full ROM har positiv effekt på hypertrofi sammenlignet med partiell ROM. For overkroppen var det vanskelig å trekke konklusjoner, da bare to av studiene fokuserte på overekstremitetene og ingen på trunkus. Det foreligger noe evidens for at responsen på variasjon i ROM kan være muskelspesifikk, og at arkitektoniske og mekaniske muskeladaptasjoner avhenger av hvilken ROM som er benyttet, men dette krever ytterligere studering (Newmire & Willoughby, 2018; Schoenfeld & Grgic, 2020; Valamatos et al., 2018). Ikke-uniform vekst kan være et resultat av forskjellig ROM, øvelser og kanskje belastning. En nyere metaanalyse konkluderer med at full eller lang ROM er mest fordelaktig for både hypertrofi, styrke og power (Wolf et al., 2023). «Partials» ved lange muskellengder og ekstra fokus på trening ved lange muskellengder er altså i vinden, og kan være verdt et forsøk for maksimal hypertrofi. Det bør i alle fall anbefales å inkludere store deler av bevegelsesutslaget, med et eventuelt fokus på nedre del (lange muskellengder).

Fonseca og kollegaer (2014) studerte effekten av å variere enten intensiteten, øvelsene eller begge deler på muskelstyrke og hypertrofi. Resultatene indikerer at så lenge intensiteten når en gitt terskel (30-85% av 1RM, diskutert tidligere i artikkelen), vil muskelveksten være lik uavhengig av grad av variasjon i intensitet og øvelsesutvalg. Rauch et al. (2017) har demonstrert at å delegere enkelte valg til utøveren kan være fordelaktig for hypertrofi. I deres studie opplevde deltagerne større økning i fettfri masse da de fikk velge hvilken øvelse og belastningssone de trente på de ulike øktene. Et treningsprogram det er større sannsynlighet for at utøveren følger (gitt at andre parametere holdes konstante), er et bedre treningsprogram.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Forklar betydningen av spesifisitet for hypertrofitrening.

- 2) Finnes det forskjeller for spesifisitetsprinsippet mellom trening for maksimal muskelstyrke og trening for hypertrofi?
- 3) Hvordan stiller du deg til trening ved lange muskellengder for hypertrofi og styrkeløft?

## Variasjon

Variasjon handler om intensjonell manipulering av treningsvariabler for å forbli sensitiv for presenterte treningsstimuli (Israetel et al., 2020). Å variere treningen kan i tillegg spille en rolle for å unngå vondter eller redusere skaderisiko. Variasjon kan også fasilitere opprettholdt eller økt motivasjon. Bedre teknikklering er også et mulig argument for å implementere større variasjon, men dette er kanskje mer relevant for maksimal muskelstyrke. Prinsippet om spesifisitet setter rammene for variasjon. Det er naturlig å tenke på variasjon som direkte endring av øvelser, men det kan også være antall øvelser, rekkefølge i treningen, intensitet (belastning), vanskelighetsgrad (RIR/RPE), tempo/hastighet, volum (reps og/eller sett) og treningsmodalitet (for eksempel droppsett (Sødal et al., 2023), agonist-antagonist-superset eller okklusjonstrening). En kan anbefale 1-3 varianter per muskelgruppe per treningsdag, og 2-4 varianter per treningsuke (mikrosyklus) og treningsblokk (mesosyklus). Det vil være konstruktivt å beholde samme oppsett gjennom en mesosyklus, med progresjon i belastning, reps og/eller sett, med samme eller lavere RIR. Etter fullført blokk gjøres en ny evaluering av hvilken variasjon som vil være (mest) fordelaktig.

Det kan antas at å over tid involvere alle effektive intensitetssoner/repetisjonsområder (fra 30-85% av 1RM, cirka 5-30 reps) kan medføre små ekstratilpasninger, der flere motoriske enheter og muskelfibre stimuleres tettere opp til sitt potensial. Det kan være en potensiell fordel av variasjon innenfor samme treningsøkt (dette er nærmest ren spekulasjon), og en sannsynlig fordel av variasjon innenfor samme mikrosyklus/treningsuke.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Forklar prinsippet om variasjon.
- 2) Hva er potensielle fordeler og ulemper med høyere variasjon?
- 3) Hvordan kan du effektivt variere trening for hypertrofi og maksimal styrke?

## Periodisering og progresjon

Det finnes noe litteratur som studerer effekten av periodisering på muskelvekst. En systematisk litteraturgjennomgang fra Grgic et al. (2018) konkluderte med at den samme hypertrofiske effekten kan oppnås av nonperiodisert så vel som periodisert trening. Det finnes dog store begrensninger i de gjennomgåtte studiene: kort intervensjonslengde (~15 uker), utrente individer, og indirekte mål på hypertrofi. En metaanalyse fra samme forfatter (Grgic et al., 2017) konkluderte med at LP (lineær periodisering) og DUP (daglig undulerende periodisering) har lik effekt på muskelvekst. Dette er i tråd med majoriteten av litteratur om periodisering for muskelvekst, som i få tilfeller kan vise til signifikante forskjeller mellom isovolemiske metoder (Moesgaard et al., 2022). Schoenfeld og kollegaer (2016) har sett tegn til at å variere belastning og repetisjonsantall kan ha en positiv effekt på hypertrofi, men konkluderte med at både konstant og variert belastning kan indusere signifikante muskulære tilpasninger. Damas og kollegaer (2019) erfarte at å systematisk manipulere treningsvariabler økte muskelproteinsyntesen og treningsvolumet, uten at det førte til mer muskelvekst enn et program med standardprogresjon. Kanskje ville en også opplevd positive resultater i de direkte målene ved en lengre intervensjon? En annen viktig faktor å ha med er at de fleste periodiseringsstudier har styrke som primært utfallsmål – det er kanskje ikke så merkelig at reduksjon av volum opp mot testing ikke viser en klart positiv effekt for hypertrofi, når høyt volum er en avgjørende faktor for hypertrofi? At periodisering spiller en mindre rolle for hypertrofi, betyr likevel på ingen måte at det ikke er viktig å ha utvikling i treningen.

Scarpelli et al. (2020) hypotetiserte at grad av muskelvekst påvirkes at tidligere treningsvolum. 16 subjekter trente 22 sett på det ene beinet, mens motsatt bein ble tildelt 120% av volumet det vanligvis utførte. Det individualiserte beinet opplevde signifikant større hypertrofi, og forfatterne konkluderte med at et individualisert treningsvolum leder til størst

økning i muskeltverrsnitt (Scarpelli et al., 2020). I tillegg til å illustrere at volumet må tilpasses den enkelte, indikerer denne studien også hvordan progresjon i volum over tid er en effektiv metode for å inducere hypertrofi. Det er sannsynligvis bedre å gradvis øke volumet enn å plutselig hoppe til et nivå som i teorien er tenkt å være optimalt.

Israetel og kollegaer (2020b) har beskrevet hvordan en bør legge opp progresjonen over en mesosyklus. For muskelvekst anbefales ukentlig progresjon i 4-8 uker før en deload/restitusjonsuke. Men bør en legge på mer vekt, flere repetisjoner på samme vekt, eller flere sett for å inducere størst hypertrofispesifikk overload? Basert på tilgjengelig litteratur bør en sannsynligvis øke litt av alt, men forfatterne antyder at progresjon av antall sett er best dokumentert. Minor, Helms og Schepis (2020) argumenterer i en responsartikkel for at å øke volumet i form av antall sett fra uke til uke er unødvendig, og trolig suboptimalt. Mens Israetel (2020b) proklamerer at treningsprogram som reduserer antall repetisjoner og øker belastningen fra uke til uke vil hemme hypertrofiresponsen, ser Minor (2020) ingen grunn til at dette må stemme. Det foreligger ikke data som støtter at 6, 8 og 10 repetisjoner gir gradvis mindre fatigue eller gradvis mer stimuli (Minor et al., 2020). Å øke belastningen gitt samme antall repetisjoner, eller øke antall reps på samme belastning er likeverdige strategier, så også å redusere repetisjonsantallet med tilsvarende RIR og antall sett, gitt  $\geq 6$  RPS (Minor et al., 2020).

Stadig forbedring av repetisjoner og/eller belastning er en praktisk metode for å bestemme om en muskel eller muskelgruppe vokser. Økning av muskelstyrke kan indikere hypertrofi, men akutt restitusjon av prestasjon er ikke nødvendigvis korrelert med muskelvekst.

Arbeidskapasitet og restitusjon kan økes uten at det samme gjelder for ditt optimale treningsvolum for hypertrofi. Å øke antall sett vil øke volumet i størst grad, og for mye volum på kort tid kan sinke eller hindre muskelvekst (dose-respons-forhold med omvendt U).

Progresjon av reps eller belastning sørger for å opprettholde effektiviteten per sett. Når en ikke er i stand til å øke en av disse variablene, kan en analysere restitusjonen for å bestemme om en bør legge til flere sett, eller om det er behov for en deload før neste treningsyklus.

Å strukturere en periode med hypertrofitrening før en periode med trening for maksimal styrke kan gi god mening fra et fasepotensieringsperspektiv. Det finnes mindre data til å støtte opp om det motsatte, men perioder med lavere volum (og eventuelt høyere intensitet) kan gjøre kroppen klar igjen til å respondere på utfordrende hypertrofitrening (resensitivisering). Periodisering er mindre viktig for hypertrofi enn for styrkeløft, men jeg er overbevist om at fornuftig variasjon i treningen vil ha en positiv effekt over tid. Progresjon er essensielt på både kort og lang sikt.

Som for all trening er det viktig å tilpasse hypertrofitreningen til den enkeltes ønsker, behov og toleranse (individualisering). Trening blir (bør bli) bedre og mer optimal over tid, og det er viktig å utforske og eksperimentere for nær-optimale resultater. Fordi muskelvekst tar så lang tid, og muskelmasse er en betydelig faktor i styrkeløft, bør kanskje alle faser inkludere et visst hypertrofifokus (kanskje med unntak av siste uker av peak/taper).

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hva forteller forskningslitteraturen om periodisering for hypertrofi? Kan du se noen begrensninger ved forskningen som kan påvirke resultatene?
- 2) Hvordan vil du periodisere trening for hypertrofi?
- 3) Hvordan vil du legge opp progresjonen for hypertrofi?
- 4) Hvordan vil du periodisere trening for hypertrofi for en styrkeløfter?

## Fatigue management

«Fatigue management» er et viktig konsept innenfor programmering og periodisering. Selv om en skal trene hardt og hardere for å bli større og sterkere, må en kontrollere utmattelse og tretthet fra nevnte trening. En må holde seg innenfor det maksimale volumet en klarer å restituere seg fra (MRV), og kanskje heller prioritere å trene i nedre område av det volumet med høyest adaptasjonsrate (MAV). Fatigue management er aktuelt for alle enheter innenfor treningsplanlegging – fra en enkelt treningsøkt, via treningsuker og -blokker til

makrosykluser. 2-10 sett per muskelgruppe per trening og 2-5 treninger per muskelgruppe per uke er et bredt spekter, men et godt utgangspunkt. Hensiktsmessige øvelser og teknikk spiller en stor rolle, og hvordan en strukturerer treningsuken (hvilke dager er mest utfordrende, når er det mest hvile) er av betydning. Hviledager, restitusjonstreninger, deloaduker og restitusjonsfaser er verktøy for å håndtere fatigue. For de fleste anbefales minimum én hviledager fra hard styrketrening per uke. Ved hjelp av autoregulering kan restitusjonstreninger flettes inn i programmet når kroppen ikke er klar for konstruktiv overload. En deload (typisk én mikrosyklus/uke i varighet) sikrer konstruktive, progressive mesosykluser, og kan planlegges (og/eller autoreguleres) etter 4-8 harde treningsuker. Minimum en gang i året kan 1-4 uker settes av til alternativ trening for å gi kropp og psyke muligheten til å gjøre seg klar til et nytt år med progresjon og nye milepæler.

Stimulus til fatigue-ratio kan defineres som mengden hypertrofi som er stimulert delt på mengden fatigue som er generert. Det er ingen nøyaktig måte å måle ratioen på, men forskjellige responser eller verktøy kan benyttes. Israetel og kollegaer (2020) bruker for eksempel «mind-muscle connection», «pump» og følelse av muskelnedbrytning som en samlet proxy for stimulus («Raw Stimulus Magnitude»), mens opplevd ledd- og bindevevsforstyrrelse, opplevd utmattelse og påvirkning på ubrukt muskulatur representerer fatigue-siden. Ingen av proxyene har meg bekjent vist en sammenheng med longitudinell muskelvekst, men det er et interessant konsept. I praksis må en nok ofte akseptere at høyere stimulus betyr høyere fatigue. Øvelser hvor en oppnår stor kraft gjennom lang ROM, har lav påvirkning på ikke-relevant muskulatur, lavt relativt energiforbruk og lav aksial belastning er likevel gode kandidater. I styrkeløft kan dette for eksempel bety at en erstatter noe av konkurranseknebøy med hack squat eller belt squat i en hypertrofiperiode, velger chest-supported row i stedet for bent-over row for å unngå utmattelse i korsrygg, sete og bakside lår og potensielt negativ påvirkning på knebøy og markløft, og generelt utfører støtteøvelser med høyere reps og lavere belastning. Maskiner kan være effektive for høyt treningsvolum og hypertrofistimuli med lavere medfølgende fatigue. Kanskje skyldes ovennevnte eksempler lavere mental utmattelse? Det kan også være snakk om lavere absolutt belastning.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvordan vil du foreslå å måle eller estimere stimulus og fatigue?

- 2) Hva er dine tanker om MEV, MAV og MRV?
- 3) Hvordan planlegger og håndterer du fatigue i dine treningsprogrammer?

## Pauser

En systematisk oversikt fra Grgic og kollegaer (2017) undersøkte forholdet mellom pauselengde og muskulær hypertrofi. Det foreligger evidens for at både korte og lange pauser kan være effektive for å stimulere muskelvekst. Dersom en studerer trente individer og benytter sensitive metoder for å detektere hypertrofi, indikeres en mulig fordel for lange pauser (Grgic et al., 2017). Dette samsvarer med funn fra Schoenfeld og kolleger (2017) som fant større muskelvekst ved tre minutters pause sammenlignet med ett minutt pause. Egentlig kan en gi veldig enkle retningslinjer når det kommer til pauselengde: Hvil til du føler deg klar til å prestere ditt beste på neste sett. Det vil sannsynligvis være en god idé å sørge for minimum 90 sekunder mellom sett for mindre muskelgrupper, og minimum 150 sekunder for baseløft (Helms et al., 2018). Paz et al. (2017) og Weakley et al. (2020) har funnet at det kan være effektivt å utføre alternerende sett for agonist-antagonistpar, for eksempel benkpress og roing, eller biceps- og tricepsøvelser. Med dette oppsettet kan en oppnå kortere pause mellom sett, men lenger pause mellom sett som belaster samme muskelgrupper.

### Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvor lange pauser vil du anbefale for hypertrofitrening?
- 2) Kjenner du noen metoder som kan gjøre treningen mer effektiv/øke tettheten?

## Tempo

Schoenfeld, Ogborn og Krieger (2015) har utført en systematisk gjennomgang og metaanalyse av repetisjonsvarighet for muskelvekst. Resultatene indikerer at hypertrofiresponsen er den



samme når en trener med repetisjoner som varer fra 0,5 til 8 sekunder. En kan konkludere med at et bredt intervall av ulike tempo kan benyttes dersom målet er å maksimere muskelvekst. Det antydes at svært langsomme repetisjoner (>10 sekunder) er underlegne, men det foreligger et begrenset antall kontrollerte studier på emnet. Det er ikke avklart om å kombinere ulike tempo vil fremme ytterligere muskelvekst. Saktere repetisjoner (både eksentrisk og konsentrisk) vil sannsynligvis lede til redusert intensitet og/eller volum, som potensielt kan hemme den hypertrofiske responsen (Helms et al., 2018). Langsomme eksentriske kontraksjoner kombinert med hurtige konsentriske kontraksjoner er lovende for både styrke og hypertrofi (Handford et al., 2022). Knebøy og benkpress med for eksempel 3-5 sekunder eksentrisk tempo og maksimalt konsentrisk tempo kan være effektive støtteøvelser, også fra et teknisk standpunkt. Det er viktig å inkludere både den eksentriske og konsentriske delen av øvelsene for å oppnå maksimal hypertrofi (Schoenfeld et al., 2017).

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke tempo vil du anbefale for hypertrofi og maksimal styrke?
- 2) Har langsomme eksentriske eller konsentriske kontraksjoner en plass i et treningsprogram?

## Trening for hypertrofi versus trening for maksimal styrke

---

Hypertrofi av skjelettmuskulatur finner typisk sted etter gjentatt eksponering for styrketrening (Loenneke et al., 2019; Schoenfeld et al., 2014). Denne muskelveksten er postulert å være av mekanistisk viktighet for muskulaturens funksjon. Det foreligger overbevisende evidens for at muskulær hypertrofi er en bidragsyter til forbedring av maksimal styrke (Taber et al., 2019), og det er etablert en sterk korrelasjon mellom muskeltverrsnitt og muskelstyrke (Schoenfeld, 2010). Samtidig er økt muskelmasse et sentralt mål for utøvere i styrkeidretter. Men hvilke

ulikheter finnes mellom trening for maksimal muskelstyrke og trening for optimal muskelvekst? Gitt likhetene som finnes, hvordan kan treningen struktureres for å oppnå begge utfallene? Og aller viktigst – hvordan skal en styrkeløfter planlegge trening for muskelvekst og muskelstyrke for å optimalisere prestasjonen over tid?

Ferland og kollegaer (2020) undersøkte 15 utstyrsfrie styrkeløftere med DEXA. I tillegg til erfaring med styrketrening, var fettfri masse, ekstremitetsmasse, beintetthet og beinmineralinnhold moderat til sterkt korrelert med absolutt (kg) og relativ (Wilks) muskelstyrke. Machek et al. (2020) undersøkte muskelfibersammensetning og kreatininnhold hos mannlige og kvinnelige styrkeløftere. Studien konkluderte med sammenlignbare profiler mellom kjønnene, og at ingen av faktorene predikerte Wilkspoeng.

Styrken vår er et produkt av multiple faktorer: muskelmasse (og andre morfologiske faktorer), nevrologiske tilpasninger, og hvor kjent vi er med øvelsen (Helms et al., 2018). I tillegg til at treningsvolum driver hypertrofi, bidrar det også til øving, og følgelig effektivitet. Styrke er spesifikt for øvelser og intensiteter/belastningssoner (og dermed repetisjonsområder). Hypertrofi, derimot, er primært relatert til det utførte totalvolumet, mens spesifikke øvelser og belastningssoner er av mindre betydning. Vi kan indusere hypertrofi med en rekke ulike øvelser, belastningssoner og repetisjonsområder (Helms et al., 2018).

Schoenfeld og kollegaer undersøkte (2014) effektiviteten av «typisk hypertrofitrening» med 3 sett med 10 reps ( $p = 90$  sek) vs. «typisk styrkeløfttrening» med 7 sett med 3 reps ( $p = 180$  sek). Etter åtte uker var det ingen forskjell i hypertrofi mellom gruppene, men lavrepetisjonsgruppen økte 1RM i benkpress signifikant mer. Det var også en trend mot større økning av 1RM i knebøy for den samme gruppen. Denne studien viste at både «kroppssbyggertrening» og «styrkeløfttrening» kan indusere sammenlignbar hypertrofi, men at trening med færre RPS tar lenger tid og kan være mer belastende. For en person som trener utelukkende for muskelvekst, synes det unødvendig å utføre sett med  $\leq 5$  reps.

En annen studie fra Schoenfeld og kollegaer (2019) fant at tre ukentlige økter over åtte uker førte til merkbar økning i styrke, muskulær utholdenhet og hypertrofi hos grupper som trente

både ett, tre og fem sett per øvelse per treningsøkt. Mens det ikke var signifikante forskjeller i styrkeøkning mellom gruppene, var det et tydelig dose-respons-forhold for hypertrofi i favør av høyere volum. Betyr dette at det første settet per økt stimulerer til både økt muskelstyrke og hypertrofi, mens de resterende settene utelukkende bidrar til å øke muskelvolumet?

Kubo et al. (2020) sammenlignet trening med 4, 8 og 12 RPS for muskelvekst og maksimal styrke. Etter 20 isovolemiske økter (to økter i uken i ti uker) var det ingen signifikante forskjeller i økning av muskelvolum i pectoralis major (den store brystmuskelen) mellom gruppene, målt med MR. Gruppen som trente 12 reps opplevde mindre økning i 1RM i benkpress enn de andre gruppene, men den relative økningen i 1RM var i denne gruppen (ikke i de to andre) korrelert med økningen i muskelvolum. I denne studien var treningstonnasjen lik mellom gruppene, noe som betyr at gruppene med flere reps trente færre sett. Hvordan ville forskjellene i hypertrofi sett ut dersom gruppene i stedet utførte like mange sett?

Resultater fra Klemp og kollegaer (2016) indikerer at treningsvolum bidrar signifikant til både hypertrofi og muskelstyrke i trente individer, og at dette oppstår uavhengig av repetisjonsområde. I studien ble 12-10-8 reps sammenlignet med 6-4-2 reps i et DUP-oppsett. Dette forteller at selv om det ikke er nødvendig å trene med  $\leq 5$  reps for muskelvekst, er det heller ikke bortkastet. Dersom en person ønsker å utvikle både muskelvolum og maksimal styrke, er det absolutt mulig å kombinere sett med for eksempel 13, 7 og 3 reps.

Et treningsprogram rettet mot muskelvekst må sørge for et tilstrekkelig totalvolum ( $\geq 10$  sett per uke) til de ulike muskelgruppene. Hvordan volumet fordeles er mindre viktig og kan baseres på personlig preferanse, dog anbefales  $\geq 2$  økter per muskelgruppe/bevegelsesmønster per uke. Det foreligger eksperimentell evidens for at enkelte personer responderer bedre på høyere eller lavere frekvenser (Damas et al., 2019), slik at dette kan være nyttig å utforske. Det er viktig at det velges øvelser en behersker og som effektivt belaster ønskede muskelgrupper gjennom et tilstrekkelig og trygt bevegelsesutslag, slik at en sikrer adekvat respons per sett. Så lenge en trener med rimelig høy vanskelighetsgrad ( $\leq 5$  RIR,  $\leq 2$  RIR på lav intensitet) og intensitet  $\geq 30-40\%$  av 1RM, står en fritt til å velge repetisjonsområde, men

det kan være praktisk å trene mellom 60-80% av 1RM. Et program med mål om maksimal muskelstyrke har litt mindre rom for frihet. Prinsippet om spesifisitet er gjeldende, og en bør trene de øvelsene en ønsker å bli sterkere i. Disse øvelsene bør utføres tidlig i økten, og en bør regelmessig eksponeres for intensiteter  $\geq 80\%$  av 1RM for 1-6 RPS. For maksimal styrke bør repetisjonene utføres så kraftfullt som mulig, mens også saktere utførelse kan være effektivt for muskelvekst. Selv om isolasjonsøvelser og baseøvelser kan gi sammenlignbar muskelvekst, kan det av effektivitetshensyn være lurt å fokusere på baseøvelser, også i hypertrofitrening.

Periodisering med planlagte endringer av treningsvariabler framstår mye viktigere for styrke enn for muskelvekst. Et mengdetreningsprogram rettet mot styrke kan dog se veldig likt ut som et hypertrofiprogram hos en person som trives med baseøvelser, høyere frekvens og intensiteter mellom 60-80% av 1RM. Et oppkjøringsprogram (formtopping) for maksimal styrke vil benytte høyere intensiteter og lavere volum enn det som regnes som optimalt for muskelvekst. I en slik fase av treningen vil sannsynligvis også enkelte muskelgrupper neglisjeres til fordel for nevralt tilpasninger og effektivitet i testøvelsene. Dersom utøveren konkurrerer i en styrkeidrett (for eksempel styrkeløft), vil forskjellene trolig bli enda større.

Carvalho et al. (2020) utførte en studie der deltagerne enten trente tre uker med styrkeorientert trening (4x1-3RM) før fem uker med hypertrofiorientert trening (4x8-12RM), eller åtte uker med kun hypertrofiorientert trening (4x8-12RM). Ikke uventet opplevde gruppen med innslag av maksimal styrketrening størst økning i muskelstyrke i knebøy og beinpress. Samme gruppe opplevde også akkurat signifikant større muskelvekst (0,15-3,2%) i vastus lateralis (en knestrekker). Vanligvis struktureres perioder med hypertrofitrening i forkant av blokker med trening for maksimal muskelstyrke for å potensere denne utviklingen. Kanskje kan det ha effekt andre veien også? For styrkeløftere har ikke dette direkte relevans da vi trener for å oppnå høyest mulig 1RM på konkurransedagen, men funnet indikerer at å variere volum (og intensitet) kan være gunstig for å maksimere hypertrofi på sikt. For maksimal muskelstyrke vil en gjerne ha perioder med høyere og lavere totalvolum, mens en for muskelvekst kan variere hvilke muskelgrupper som har høyt og lavt volum til hvilken tid (for eksempel høyt volum for bryst, skuldre og triceps i første blokk, og høyt volum for bein, rygg og biceps i neste).

Noen av mesosyklusene i en makrosyklus rettet mot maksimal styrke kan ha mange flere likheter enn ulikheter med trening for muskelvekst. Det som går igjen er økte valgmuligheter ved trening for muskelvekst. En kan oppsummere med at volum driver muskelvekst, med et underliggende behov for tilstrekkelig intensitet og spesifisitet. På den andre siden drives maksimal muskelstyrke av intensitet og spesifisitet, men er samtidig avhengig av et adekvat volum. Progresjon er helt vesentlig for utvikling av både muskelstørrelse og muskelstyrke. For muskelvekst er det sentralt at du har progresjon i treningen, mens det for maksimal styrke også er viktig hvordan progresjonen legges opp.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hvilke likheter og forskjeller finnes mellom trening for hypertrofi og maksimal styrke?
- 2) Hvordan bidrar hypertrofi til økt styrke og bedre styrkeløftprestasjon?
- 3) Hvordan vil du programmere trening for hypertrofi og maksimal styrke i forskjellige faser av et styrkeløftprogram?

## Trening for hypertrofi i styrkeløft

---

Vi har nå etablert retningslinjer for trening for optimal muskelvekst, og likheter og ulikheter mellom trening for muskelvekst og maksimal muskelstyrke. I denne delen av artikkelen går jeg gjennom spesifikke hensyn rundt hypertrofitrening for styrkeløft, og viser hvordan dette kan struktureres i en periodisert treningsplan med moderat til lang horisont.

Så langt har vi sett på strukturelle adaptasjoner heller enn ultrastrukturelle for å forbedre prestasjonen. All hypertrofi er ikke identisk, slik at evnen til å produsere kraft og styrke vil variere. Meijer et al. (2015) har vist at de kontraktile egenskapene til ulike muskelfibre er forskjellige mellom kroppsbyggere, kraftatleter og kontrollpersoner. Myoplastisitet kan defineres som kapasiteten skjelettmuskulatur har til å endre proteininnhold som respons på endringer i eksponering og miljø (ulike treningsstimuli) (Travis et al., 2020). De ulike muskelfibertypene eksisterer på et kontinuum, der for eksempel en type I-fiber sannsynligvis kan tilegne seg kvalitetene til en type IIA-fiber. Treningsintensitet (% av 1RM) ser ut til å spille en nøkkelrolle for disse endringene (Travis et al., 2020), men det er mindre klart om endringene finner sted mellom forskjellige typer styrketrening, sammenlignet med å for eksempel bytte fra langdistanseløping til styrkeløft. Maksimal muskelstyrke er en ferdighet, og må underbygges både strukturelt, ultrastrukturelt, nevromuskulært og psykologisk. Ved å fokusere på oppgavespesifikk muskelvekst, kan en potensielt oppnå optimal mengde og type hypertrofi. For å forbedre idrettsprestasjonen kan det for styrkeløftere være fordelaktig å fokusere på å øke tverrsnittet til type II-fibre heller enn type I-fibre, og også å øke type II/I-ratioen (Travis et al., 2020). Da vil en teoretisk legge til rette for å kunne produsere maksimal kraft, uten overdreven metabolsk og aerob påvirkning, noe som typisk følger med trening med høyt volum (Travis et al., 2020). Det kan være fornuftig å ha i mente at alle type II-fibre ikke nødvendigvis produserer større kraft enn type I-fibrene, forskjellen er først og fremst større effekt («power» – høyere hastighet, «fast-twitch»). Argumentene over er spekulative, og type I-fibre bidrar absolutt til maksimal muskelstyrke – for eksempel langsomme 1RM-forsøk.

Russiske styrkeløftere på internasjonalt nivå opplevde ulike hypertrofiresponsen fra trening med 65% av 1RM versus 85% av 1RM, som generøst tolket kan indikere at treningsintensitet kan diktere spesifikk hypertrofi til gjeldende konkurransekrav (Travis et al., 2020). Norske styrkeløftere erfarte større hypertrofi av type I-fibre enn type II-fibre (ingen vekst) fra et okklusjonstreningprogram, som kan indikere mindre effektiv hypertrofi fra lavere belastninger – eventuelt forskjellig og totalt sett større hypertrofi som kan benyttes strategisk (Bjørnsen et al., 2019; Travis et al., 2020). Schoenfeld og kollegaer (2023) utførte en systematisk litteraturgjennomgang for fiberspesifikk hypertrofi fra okklusjonstrening (BFR) med lav intensitet, og fant sprikende resultater. Når en kombinerer dette med at studiene kun ser på et lite utvalg aktuelle muskelfibre og det er usikkerhet knyttet til fysiske målinger, skal en tolke litteraturen rundt fiberspesifikk hypertrofi svært forsiktig.

Der et treningsprogram rettet mot kroppsbyggere forsøker å øke quadricepstverrsnittet symmetrisk, bør muligens en styrkeløfter forsøke å øke vastus lateralis og - medialis i størst grad, da dette er assosiert med forbedret knebøyprestasjon (Travis et al., 2020). I praksis kan dette være så enkelt og intuitivt som å prioritere knebøyvarianter på bekostning av lårspark (som kan føre til større utvikling av rectus femoris). Styrkeløftere bør fokusere på å utvikle spesifikk hypertrofi i den muskulaturen som i størst grad bidrar i konkurranseøvelsene, for eksempel pectoralis major og triceps brachii (baksiden av overarmen) i benkpress (Travis et al., 2020). Det er observert (fokusert) regional hypertrofi innad i en muskel/-gruppe fra ulike øvelser og ROM, men i styrkeløft anbefales det å fokusere på et bevegelsesutslag som er godkjent i konkurranse.

Travis et al. (2020) postulerer at heller enn å fokusere på maksimal hypertrofi, bør en styrkeutøver tilegne seg optimal muskelvekst/-størrelse med tanke på å a) øke sarkomerer i parallell og/eller serie relativt til konkurransekrav, b) øke type II/I-ratioen, c) forbedre utnyttelsen av type II-fibre, og d) hypertrofiere selekterte områder. Slik kan en forbedre funksjonen til type II-motorenheter spesifikke for konkurranseoppgavene.

Trening for muskelvekst i styrkeløft bør altså fokusere på relevante muskelgrupper, øvelser og intensiteter. I knebøy er det viktig med velutviklet muskulatur i quadriceps (muskulaturen på forsiden av lårene), gluteal/-setemuskulaturen og adduktorgruppen (innsiden av lårene) for å klare å rette ut knær og hofte fra bunnen av løftet. I tillegg kreves en sterk rygg som ikke ender opp i for stor fleksjon. Knebøyvarianter (høy stangplassering, lav stangplassering, stopp i bunnen, stopp på pinner, safety bar, frontbøy) vil effektivt trene både involvert muskulatur, bevegelsesmønster og ROM. For å kunne flytte stangen fra brystet til strake armer i benkpress, er det som nevnt viktig med brystmuskulatur og triceps, samt utvikling av den fremre skuldermuskulaturen i varierende grad. Øvelser som vanlig benkpress med ulik grepsbredde, stopp på brystet med ulik varighet, stopp på pinner eller i luften rett over brystet, beina opp fra gulvet, skråbenk med lav stigning, eller benkpress med/mot gummistrikk kan være nyttige øvelser. I markløft stilles det krav til å rette ut hofte og knær, opprettholde eller oppnå nøytral/ekstendert torso, og å holde tak i stangen. Sentralt står utviklet sete-, rygg- og hamstringsmuskulatur, og sterke nok knestrekke og hånd- og underarmsmuskulatur. Ulike

varianter av konvensjonell - og sumomarkløft (vanlig, med stopp, ulike grep, på/fra kloss, med/mot strikk, strakmark) og good morning er effektive øvelser. Intensitet  $\geq 80\%$  av 1RM (typisk  $\leq 6$  reps) kan ha større effekt på type II-fibre enn lettere trening, og dermed både oppgavespesifikk hypertrofi og maksimal muskelstyrke. Hovedøvelsene kan domineres av trening med  $\geq 80\%$  selv når en fokuserer på muskelvekst, mens mindre spesifikke støtteøvelser kan trenes lettere (60-80% med 6-15 RPS).

Travis et al. (2020) foreslår å strukturere treningen i sekvenser, først med fokus på hypertrofi i ønskede muskelgrupper, deretter å øke kraft-/styrkeproduksjon i de nå større muskelfibrene. I teorien skal den første treningsadaptasjonen (hypertrofi) potensere den neste (maksimal styrke). Som diskutert i delen om trening for maksimal muskelstyrke, vil en styrkeløfter typisk trene med høyere volum og lavere intensitet langt fra konkurranse, og lavere volum og høyere intensitet når konkurransen nærmer seg. Vi planlegger gjerne treningen først med fokus på å øke (effektiv) muskelstørrelse (hypertrofitrening). Deretter forsøker vi å utnytte de større musklene til å utvikle høyere maksimal styrke, før vi til slutt topper formen for å kunne uttrykke den ervervede styrken.

Hvordan kan så hypertrofitreningen se ut for en styrkeløfter? Først må en avklare når denne treningen skal finne sted. Hvis en definerer makrosyklusen som ett kalenderår, kan en identifisere stevnene en ønsker å prioritere. La oss si at ditt hovedmål er DM i mars, og at du i tillegg deltar ved JM/SM i august og et lokalt stevne i desember. Januar-mars vil da rettes mot trening for maksimal styrke og formtopping mot DM. Fra DM og til juni-juli kan hypertrofi stå i fokus, før en kortere periode med trening for maksimal styrke og formtopping legges inn før JM/SM. Fra september-november kan en igjen fokusere på muskelvekst, før en går over til trening for maksimal styrke. Det er viktig å understreke at hypertrofi og styrke ikke er motstridende tilpasninger, og at hypertrofi og styrkeøkninger vil finne sted samtidig. Treningen kan rettes mot å forbedre begge – den ene kvaliteten prioriteres dog noe høyere i den gitte perioden.

Treningen der hypertrofi står i fokus må være spesifikk nok til at den på sikt (gjærne også på kort sikt) gjør oss til bedre styrkeløftere. En bør konsentrere treningen rundt



konkurransøvelsene og nære varianter, gjerne øvelser som tillater et høyt treningsvolum. Dette kan være øvelser med lavere absolutt belastning eller som av andre årsaker gir mindre stress på involverte strukturer. For knebøy kan dette for eksempel være høy stangplassering eller safety bar med stopp i bunnen, for benkpress trening med beina opp (Larsen press) og/eller en grepsbredde som ikke provoserer bryst/skuldre. Vi har sett at 10-20 sett per øvelse/muskelgruppe per uke i mange tilfeller er et optimalt treningsvolum, men dette må tilpasses individuelt, og ikke økes for drastisk (gjerne med 10-20% om gangen). Treningsvolumet bør spres på  $\geq 2$  dager, jo høyere volum jo flere dager. Konkurransøvelsene og nære varianter kan med fordel trenes med  $\geq 80\%$  av 1RM med 3-6 RPS og 2-5 RIR. Noe av treningsvolumet fra disse øvelsene kan også utføres med 7-10 RPS og 1-4 RIR.

I støtteøvelser som ikke belaster muskulaturen oppgavespesifikt, kan en trene med 6-15 RPS på 60-80% av 1RM med 1-4 RIR. Det er viktig å huske at denne treningen kan fungere skadeforebyggende, og det er liten grunn til å utsette seg for høy skaderisiko her. Tren med kontrollerte bevegelser gjennom full trygg ROM, heller enn å jakte de tyngste belastningene. Nyttige støtteøvelser for knebøy kan være belt squat, split squat/lunges, step-ups, beinpress og hack squat. Benkpress kan dra fordel av hantelpress fra horisontalt til vertikalt, ulike varianter av push-ups, dips, brystpress og tricepsekstensjoner. I markløft kommer varianter av rygghev, GHR, hip thrust og lårcurl godt med. I tillegg vil det være smart å trene muskelgrupper som direkte eller indirekte bidrar til alle konkurransøvelsene, for eksempel store deler av ryggmuskulaturen og bakside skuldre. Horisontale og vertikale trekkøvelser som roing, face pull og pull-ups/chin-ups hører hjemme i de fleste treningsprogrammer.

«Postactivation performance enhancement» (PAPE) er en effekt som er tenkt å øke prestasjonen på arbeidssett med lav-moderat intensitet i etterkant av toppsett med høy intensitet, og det finnes en del evidens for dette (Alves et al., 2019; Blazeovich & Babault, 2019; Boullosa, 2021; De Freitas et al., 2021; Hualde & Santos-Concejero, 2021; Prieske et al., 2020). De Freitas et al. (2021) fikk deltagerne i sin studie til å utføre 1 sett x 2 reps x 90% av 1RM i knebøy, før 4 sett med AMRAP på 70%. I tillegg til forbedret MVIC, utførte deltagerne ca. 30% flere reps på første sett på 70% etter PAPE-settet, sammenlignet med når et slikt sett ikke ble utført. Alves et al. (2019) erfarte at deltagerne klarte ca. én ekstra repetisjon på de to første settene på 75% i benkpress, utført ti minutter etter 1 sett x 3 reps x

90% av 1RM. I studien til Krzysztofik et al. (2020) gav en PAPE-protokoll utført som 3 sett x 3 reps x 85% derimot ingen forbedring av 3 sett med AMRAP på 60% i benkpress. Det kan tenkes at volumet i denne protokollen var for utmattende til å indusere enn positiv effekt. En annen mulighet er at deltagerne i denne studien faktisk hadde en ordentlig spesifikk oppvarming – og at tilstedeværelse av PAPE-effekt er et tegn på mangelfull oppvarming. For høy vanskelighetsgrad (0-1 RIR/RPE 9-10) kan lede til overdreven fatigue og følgelig redusert prestasjon (Hualde & Santos-Concejero, 2021).

For styrkeløft bør det utføres ett (eventuelt 1-2) sett med 87,5-92,5% av 1RM for 1-3 reps med 1,5-4 RIR. Ca. 7-8 minutters pause (eventuelt selvvalgt lengde) etter PAPE-settet bør tilstrebes for å oppnå best effekt (Hualde & Santos-Concejero, 2021). Deretter utføres den vanlige volumtreningen (for eksempel 2-5 sett med 5-10 reps med 2-5 RIR). Da type II-fibre er svært sensitive til kalsiumkonsentrasjonen, kan muligens utøvere med høyere andel type II-fibre oppleve størst effekt fra tung belastning og lang pause etter PAPE-settet (Hualde & Santos-Concejero, 2021).

Vi kan ikke med sikkerhet si at de fleste av oss vil oppleve en signifikant forbedring, verken akutt eller longitudinell, av PAPE-trening. Men 1 sett x 1-3 reps på 87,5-92,5%/1,5-4 RIR vil uansett være god og spesifikk trening for styrkeløft, og stimulere utvikling av maksimal styrke. Det tar også liten ekstra tid å gjennomføre, og mange styrkeløftere vil sannsynligvis trives med treningen – dette er viktige elementer i totalbildet.

Selv om en større muskel er en potensielt sterkere muskel, handler ikke styrkeløft om å ha de største musklene. Innenfor en vektklasse korrelerer muskelmasse med prestasjon, men det viktigste er å løfte tungt og godkjent – å optimalisere styrke og teknikk. Noen muskelgrupper og bevegelser er viktigere enn andre, for eksempel quadriceps (rectus femoris i mindre grad), gluteus maximus, pectoralis major og triceps. Å bruke mye tid på å utvikle leggene, midtre skulder og biceps gir sannsynligvis mindre tilbake. Det gjelder å finne øvelser med høy stimulus til fatigue og tid-ratio.

Her følger et eksempel på hvordan den diskuterte treningen for muskelvekst i styrkeløft kan settes sammen til en treningsblokk og treningsuke: En fiktiv utøver oppnår optimal muskelvekst fra trening med 10-14 sett knebøy, 13-17 sett benkpress og 8-12 sett markløft per uke. Uke 1 er en introuke med henholdsvis 9, 11 og 7 sett. I uke 2-5 økes treningsvolumet til henholdsvis 11-12, 13-15 og 9-11 sett. Utøveren føler seg godt restituert (primært gjennom god prestasjon) i uke 6, og utfører henholdsvis 14, 17 og 12 sett. Gjennom ukene ses progresjon primært gjennom økt belastning med samme antall repetisjoner, eventuelt med lett fallende eller økende RPS med samme eller synkende RIR. Uke 7 er en deloaduke, før uke 8-12 er en ny hypertrofiblokk med lett progresjon og variasjon fra forrige blokk.

Hypotetisk uke 2: Knebøy trenes tre dager per uke, benkpress fire dager per uke og markløft to dager per uke for å oppnå nødvendig totalvolum med god kvalitet. På mandag trenes knebøy med konkurranseteknikk opp til 1 sett x 1-2 reps på 87,5-92,5% av 1RM med 1,5-4 RIR (opprettholde effektivitet i øvelsen, stimulere maksimal muskelstyrke, potensielt PAPE). Deretter utføres knebøy med høy stangplassering eller safety bar for 3-4 sett x 6-9 reps med 2-5 RIR. På onsdag gjør utøveren knebøy med høy stangplassering og stopp i bunnen, 3-4 sett x 3-4 reps med 3-4 RIR. På fredag står enten konkurranseknebøy eller høy stangplassering på programmet, 3-4 sett x 4-6 reps med 77,5-85% av 1RM med 2-4 RIR. I benkpress utføres henholdsvis benkpress med strikk festet oppe, konkurransebenkpress, benkpress med smalt grep og benkpress med beina opp (Larsen press). Mandag inneholder 3 sett x 5 reps med 3-4 RIR, onsdag 1 sett x 1-3 reps med 87,5-92,5%/1,5-4 RIR før 4 sett x 6-7 reps med 72,5-80%/2-4 RIR, fredag 2 sett x 4 reps og 1 sett x 6-7 reps med 2-5 RIR, og lørdag 3 sett x 9 reps med 2-4 RIR. Markløft trenes onsdag og lørdag. Onsdag inneholder markløft med stopp 2 sett x 4-5 reps med 3-5 RIR og strakmark 4 sett x 6-8 reps med 2-4 RIR, mens lørdag inneholder konkurransemarkløft med 1 sett x 1-2 reps med 87,5-92,5%/1,5-4 RIR før 4 sett x 5-6 reps x 75-82,5%/2-4 RIR. I tillegg fordeles øvelser som roing, face pull, pull-ups, belt squat, step-ups, push-ups, rygghev og lårcurl utover uken for 2-5 sett x 6-15 reps med 1-4 RIR.

Spørsmål og refleksjon:

- 1) Hva er dine tanker om oppgavespesifikk hypertrofitrening for styrkeløft?
- 2) Hva tror du om PAPE – og hvordan vil du eventuelt integrere konseptet i dine treningsprogrammer?

- 3) Vil du planlegge hypertrofitrening forskjellig for en klassisk styrkeløfter og en styrkeløfter som konkurrerer med utstyr?

*Grunntreningsprogrammene på styrke.dk er effektive for å oppnå både nær-optimal muskelvekst og maksimal muskelstyrke for styrkeløftere. Stevneprogrammene fokuserer på maksimal styrke og formtopping, men inneholder også noe hypertrofitrening. Se gjennom disse for praktisk inspirasjon.*

Stor takk til Christian Amdi og Peter Andersen for hjelp med utdannelsen!

## Referanser

---

- Alves R., Silva, M. H., Viana R. & Vieira, C. (2019). Postactivation Potentiation Improves Performance in a Resistance Training Session in Trained Men. *J Strength Cond Res.*
- American College of Sports Medicine. (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc.*
- Amirthalingam, T., Mavros, Y., Wilson, G. C., Clarke, J. L., Mitchell, L. & Hackett, D. A. (2017). Effects of a Modified German Volume Training Program on Muscular Hypertrophy and Strength. *J Strength Cond Res.*
- Androulakis-Korakakis, P., et al. (2021). The Minimum Effective Training Dose Required for 1RM Strength in Powerlifters. *Front Sports Act Living.*

- Androulakis-Korakakis, P., Fisher, J., Kolokotronis, P., Gentil, P. & Steele, J. (2018). Reduced Volume 'Daily Max' Training Compared to Higher Volume Periodized Training in Powerlifters Preparing for Competition—A Pilot Study. *Sports*.
- Antretter, M., et al. (2017). The Hatfield-system versus the weekly undulating periodised training in trained males. *International Journal of Sport Science and Coaching*.
- Antretter, M., Färber, S., Immler, L., & Perktold, M. (2019). The Hatfield-System versus the Weekly Undulating Periodised Resistance Training in trained males: Effects of a third mesocycle. *Journal of Human Sport and Exercise*.
- Aubry, A., Hausswirth, C., Louis, J., Coutts, A. J. & Le Meur, Y. (2014). Functional overreaching: The key to peak performance during the taper? *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Avelar, A., Ribeiro, A. S., Nunes, J. P., Schoenfeld, B. J., Papst, R. R., de Costa Trindade, M.C., Bottaro, M. & Cyrino, E. S. (2019). Effects of order of resistance training exercises on muscle hypertrophy in young adult men. *Appl Physiol Nutr Metab*.
- Bartolomei, S. et al. (2017). Comparison of the recovery response from high-intensity and high-volume resistance exercise in trained men. *Eur J Appl Physiol*.
- Bartolomei, S., Zaniboni, F., Verzieri, N., & Hoffman, J. R. (2023). New Perspectives in Resistance Training Periodization: Mixed Session vs. Block Periodized Programs in Trained Men. *Journal of strength and conditioning research*.
- Baz-Valle, E., Fontes-Villalba, M., & Santos-Concejero, J. (2018). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of strength and conditioning research*.
- Bell, L., Nolan, D., Immonen, V., Helms, E., Dallamore, J., Wolf, M. & Androulakis-Korakakis, P. (2022). "You can't shoot another bullet until you've reloaded the gun: Coaches' perceptions, practices and experiences of deloading in strength and physique sports. *Front Sport Act Living*.
- Bjørnsen, T., Wernbom, M., Kirketeig, A., Paulsen, G., Samnøy, L., Bækken, L., Cameron-Smith, D., Berntsen, S., & Raastad, T. (2019). Type 1 Muscle Fiber Hypertrophy after Blood Flow-restricted Training in Powerlifters. *Med Sci Sports Exerc*.

- Blazevich, A. J. & Babault, N. (2019). Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in Physiology*.
- Boullousa, D. A. (2021). Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. *Human Movement*.
- Brigatto, F. A., et al. (2019). High Resistance-Training Volume Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res*.
- Carroll, K. M., Bernards, J. R., Bazylar, C. D., Taber, C. B., Stuart, C. A., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2018). Divergent Performance Outcomes Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. *Int J Sports Physiol Perform*.
- Carvalho, L., Moriggi Junior, R., Truffi, G., Serra, A., Sander, R., De Souza, E. O., & Barroso, R. (2020). Is stronger better? Influence of a strength phase followed by a hypertrophy phase on muscular adaptations in resistance-trained men. *Res Sports Med*.
- Coleman, M., et al. (2023). Gaining more from doing less? The effects of a one-week deload period during supervised resistance training on muscular adaptations. *SportRxiv*.
- Colquhoun, R. J., Gai, C. M., Walters, J., Brannon, A., Kilpatrick, M. W., D'Agostino, D. P., & Campbell, B. I. (2017). Comparison of Powerlifting Performance in Trained Men Using Traditional and Flexible Daily Undulating Periodization. *J Strength Cond Res*.
- Corrêa, D. A., et al. (2022). Twice-daily sessions result in a greater muscle strength and a similar muscle hypertrophy compared to once-daily session in resistance-trained men. *The journal of sport medicine and physical fitness*.
- Damas, F., et al. (2019). Individual Muscle Hypertrophy and Strength Responses to High vs. Low Resistance Training Frequencies. *J Strength Cond Res*.
- Damas, F., et al. (2019). Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. *J Appl Physiol*.
- Davies, T. D., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G. & Latella, C. (2021). Chronic Effects of Altering Resistance Training Set Configurations Using Cluster Sets: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*.

- Davies, T., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2016). Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.*
- De Freitas, M. C., Rossi, F. E., Colognesi, L. A., de Oliveira, J. V. N. S, Zanchi, N. E., Lira, F. S., Cholewa, J. M., & Gobbo, L. A. (2021). Postactivation Potentiation Improves Acute Resistance Exercise Performance and Muscular Force in Trained Men. *J Strength Cond Res.*
- Everett, G. (2016). *Olympic Weightlifting: A Complete Guide for Athletes & Coaches.* United States of America: Catalyst Athletics.
- Ferland, P.-M., et al. (2020). The relationship between body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry and maximal strength in classic powerlifting. *J Sports Med Phys Fitness.*
- Folland, J. P. & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med.*
- Fonseca, R. M., et al. (2014). Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *J Strength Cond Res.*
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Borselen, F. V., Lynch, J. M., Marsit, J. L., Roy, E. P., Triplett, N. T., & Knuttgen, H. G. (1994). Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Lynch, J. M., Triplett, N. T., & Koziris, L. P. (1994). Does short-term near-maximal intensity machine resistance training induce overtraining? *Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Gonzalez-Badillo, J. J., Gorostiaga, E. M., Arellano, R., & Izquierdo, M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Grgic, J. & Mikulic, P. (2017). Tapering practices of Croatian open-class powerlifting champions. *The Journal of Strength & Conditioning Research.*

- Grgic, J., Lazineca, B., Mikulic, P., & Schoenfeld, B. J. (2018). Should resistance training programs aimed at muscular hypertrophy be periodized? A systematic review of periodized vs. non-periodized approaches. *Science & Sports*.
- Grgic, J., Lazineca, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *Eur J Sport Sci*.
- Grgic, J., Mikulic, P., Podnar, H., & Pedisic, Z. (2017). Effects of linear and daily undulating periodized resistance training programs on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Latella, C. (2019). Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. *J Sci Med Sport*.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazineca, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Skrepnik, M., Davies, T. B., & Mikulic, P. (2018). Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. *Sports Med*.
- Hackett, D. A., Cobley, S. P., & Halaki M. (2018). Estimation of Repetitions to Failure for Monitoring Resistance Exercise Intensity: Building A Case for Application. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Hackett, D. A., Johnson, N. A., Halaki, M., & Chow, C. M. (2012). A novel scale to assess resistance-exercise effort. *J Sports Sci*.
- Haff, G. G. & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* (4th edition). Human Kinetics.
- Handford, M. J., Bright, T. E., Mundy, P., & Lake, J. (2022). The Need for Eccentric Speed: A Narrative Review of the Effects of Accelerated Eccentric Actions During Resistance-Based Training. *Sports Medicine*.
- Harries, S. K., Lubans, D. R., & Callister, R. (2015). Systematic review and meta-analysis of linear and undulating periodized resistance training programs on muscular strength. *J Strength Cond Res*.



- Hartman, M. J., Clark, B., Bembien, D. A., Kilgore, J. L., & Bembien, M. G. (2007). Comparisons between twice-daily and once-daily training sessions in male weightlifters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. (2015). Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. *Sports Medicine*.
- Haun, C. T., Vann, C. G., Roberts, B. M., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., & Roberts, M. D. (2019). A critical evaluation of the biological construct skeletal muscle hypertrophy: size matters but so does the measurement. *Frontiers in Physiology*.
- Helms, E. R. (2017). Using the Repetitions in Reserve-based Rating of Perceived Exertion Scale to Autoregulate Powerlifting Training. Thesis.
- Helms, E. R., Byrnes, R. K., Cooke, D. M., Haischer, M. H., Carzoli, J. P., Johnson, T. K., Cross, M. R., Cronin, J. B., Storey, A. G., & Zourdos, M. C. (2018). RPE vs. Percentage 1RM Loading in Periodized Programs Matched for Sets and Repetitions. *Front Physiol*.
- Helms, E. R., Morgan, A., & Valdez, A. (2018). *The Muscle & Strength Pyramid: Training*. Second Edition.
- Hernandez, D. J., Healy, S., Giacomini, M. L., & Kwon, Y. S. (2020). Effect of Rest Interval Duration on the Volume Completed During a High-Intensity Bench Press Exercise. *J Strength Cond Res*.
- Hernández-Davó, J. L. & Sabido, R. (2022). The Effect of Three Different Resistance Training Programming Approaches on Strength Gains and Jumping Performance. *Research quarterly for exercise and sport*.
- Hualde, A. G. & Santos-Concejero, J. (2021). Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. *Journal of Human Kinetics*.
- Häkkinen, K. & Kallinen, M. (1994). Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*.

- Häkkinen, K. & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., Alen, M., & Kauhanen, H. (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., & Komi, P. (1987). Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weightlifters. *International Journal of Sports Medicine*.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., & Komi, P. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology*.
- Ibbott, P., Ball, N., Welvaert, M., & Thompson, K. G. (2019). Variability and Impact of Self-Selected Interset Rest Periods During Experienced Strength Training. *Percept Mot Skills*.
- Israetel, M., Feather, J., Faleiro, T. V., & Juneau, C. E. (2020). Mesocycle Progression in Hypertrophy: Volume Versus Intensity. *Strength Cond J*.
- Israetel, M., Hoffmann, J., Davis, M. & Feather, J. (2020). Scientific Principles of Hypertrophy Training. *Renaissance Periodization*.
- Johnsen, E. & van den Tillaar, R. (2021). Effects of training frequency on muscular strength for trained men under volume matched conditions. *PeerJ*.
- Jukic, I., Castilla, A. P., Ramos, A. G., van Hooren, B., McGuigan, M., & Helms, E. R. (2022). The Acute and Chronic Effects of Implementing Velocity Loss Thresholds During Resistance Training: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Critical Evaluation of the Literature. *Sports Medicine*.
- Jukic I., van Hooren, B., Ramos, A. G., Helms, E. R., McGuigan, M. R., & Tufano, J. J. (2021). The Effects of Set Structure Manipulation on Chronic Adaptations to Resistance Training: A systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*.

- Klemp, A., et al. (2016). Volume-equated high- and low-repetition daily undulating programming strategies produce similar hypertrophy and strength adaptations. *Appl Physiol Nutr Metab.*
- Krieger, J. W. (2009). Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *The Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Krieger, J. W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Filip, A., Zmijewski, P., Zajac, A., & Tufano, J. J. (2020). Can Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) Improve Resistance Training Volume during the Bench Press Exercise? *Int J Environ Res Public Health.*
- Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2020). Effects of 4, 8, and 12 Repetition Maximum Resistance Training Protocols on Muscle Volume and Strength. *Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Rodrigues, S. A., Martins-Costa, H. C., Bembem, M. C., & Chagas, M. H. (2020). Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? *J Strength Cond Res.*
- Lasevicius, T., et al. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *Eur J Sport Sci.*
- Le Meur, Y., Hausswirth, C., & Mujika, I. (2012). Tapering for competition: A review. *Science & Sports.*
- Lima, B. M., Amancio, R. S., Gonçalves, D. S., Koch, A. J., Curty, V. M., & Machado, M. (2018). Planned Load Reduction Versus Fixed Load: A Strategy to Reduce the Perception of Effort With Similar Improvements in Hypertrophy and Strength. *International journal of sports physiology and performance.*
- Loenneke, J. P., Dankel, S. J., Bell, Z. W., Buckner, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., & Abe, T. (2019). Is muscle growth a mechanism for increasing strength? *Med Hypotheses.*

- Lopez, P., et al. (2021). Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Machek, S. B. et al. (2020). Myosin Heavy Chain Composition, Creatine Analogues, and the Relationship of Muscle Creatine Content and Fast-Twitch Proportion to Wilks Coefficient in Powerlifters. *J Strength Cond Res*.
- Mann, J. B., et al. (2010). The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. *J Strength Cond Res*.
- Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Jessee, M. B., Dankel, S. J., Mouser, J. G., & Loenneke, J. P. (2017). Practicing the Test Produces Strength Equivalent to Higher Volume Training. *Med Sci Sports Exerc*.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between powerlifters, Olympic lifters, and sprinters. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Meijer, J. P., Jaspers, R. T., Rittweger, J., Seynnes, O. R., Kamandulis, S., Brazaitis, M., Skurvydas, A., Pisot, R., Simunic, B., Narici, M. V., & Degens, H. (2015). Single muscle fibre contractile properties differ between body-builders, power athletes and control subjects. *Exp Physiol*.
- Minor, B., Helms, E., & Schepis, J. (2020). RE: Mesocycle Progression in Hypertrophy: Volume Versus Intensity. *Strength Cond Res*.
- Miranda, F., Simão, R., Rhea, M., Bunker, D., Prestes, J., Leite, R. D., Miranda, H., de Salles, B. F., & Novaes, J. (2011). Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Moesgaard, L., Beck, M. M., Christiansen, L., Aagard, P. & Lundbye-Jensen, J. (2022). Effects of Periodization on Strength and Muscle Hypertrophy in Volume-Equated Resistance Training Programs: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*.
- Moran-Navarro, R., Pérez, C., Mora-Rodríguez, R., de la Cruz-Sánchez, E., González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., & Pallarés, J. G. (2017). Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *Eur J Appl Physiol*.

- Mujika, I. (2010). Intense training: The key to optimal performance before and during the taper. *Scand Journ Med Sci Sports*.
- Newmire, D. E., & Willoughby, D. S. (2018). Partial Compared with Full Range of Motion Resistance Training for Muscle Hypertrophy: A Brief Review and an Identification of Potential Mechanisms. *J Strength Cond Res*.
- Nunes, J. P., Grgic, J., Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., de Salles, B. F., & Cyrino, E. S. (2021). What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci*.
- Paoli, A., Gentil, P., Moro, T., Marcolin, G., & Bianco, A. (2017). Resistance Training with Single vs. Multi-joint Exercises at Equal Total Load Volume: Effects on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Muscle Strength. *Front Physiol*.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Aagaard, P., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., Mora-Custodio, R., Otero-Esquina, C., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2018). Time Course of Recovery From Resistance Exercise With Different Set Configurations. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Paz, G. A., Robbins, D. W., de Oliveira, C. G., Bottaro, M., & Miranda, H. (2017). Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-Antagonist Paired-Set vs. Traditional-Set Training. *J Strength Cond Res*.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Prieske, O., Behrens, M., Chaabene, H., Granacher, U., & Maffiuletti, N. A. (2020). Time to Differentiate Postactivation “Potentiation” from “Performance Enhancement” in the Strength and Conditioning Community. *Sports Medicine*.
- Pritchard, H. J. (2017). Tapering Strategies to Enhance Maximal Strength. Thesis.
- Pritchard, H. J., Barnes, M. J., Keogh, J. W. L., & McGuigan, M. (2015). Effects and Mechanisms of Tapering in Maximizing Muscular Strength. *Strength and conditioning journal*.

- Pritchard, H. J., Barnes, M. J., Stewart, R. J., Keogh, J. W. L., & McGuigan, M. (2019). Higher- Versus Lower-Intensity Strength-Training Taper: Effects on Neuromuscular Performance. *Int J Sports Physiol Perform.*
- Pritchard, H. J., Tod, D. A., Barnes, M. J., Keogh, J. W., McGuigan, M. R. (2016). Tapering practices of New Zealand's elite raw powerlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Radaelli, R., et al. (2015). Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res.*
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., & Baker, J. S. (2017). The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Med.*
- Rauch, J. T., et al. (2017). Auto-regulated exercise selection training regimen produces small increases in lean body mass and maximal strength adaptations in strength-trained individuals. *J Strength Cond Res.*
- Refalo, M. C., Helms, E. R., Trexler, E. T., Hamilton, D. L., & Fyfe, J. J. (2023). Influence of Resistance Training Proximity-to-Failure on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med.*
- Rhea, M. R. & Alderman, B. L. (2004). A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport.*
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Research Quarterly for Exercise and Sport.*
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*
- Ribeiro, A. S., Dos Santos, E. D., Nunes, J. P., & Schoenfeld, B. J. (2019). Acute Effects of Different Training Loads on Affective Responses in Resistance-trained Men. *Int J Spots Med.*
- Robinson, Z. P., Pelland, J. C., Remmert, J. F., Refalo, M. C., Jukic, I., Steele, J., & Zourdos, M. C. (2023). Exploring the Dose-Response Relationship Between Estimated Resistance Training Proximity to Failure, Strength Gain, and Muscle Hypertrophy: A Series of Meta-Regressions (preprint). *SportRxiv.*

- Ruple, B. A., et al., (2023). The effects of resistance training to near failure on strength, hypertrophy, and motor unit adaptations in previously trained adults. *Physiol Rep*.
- Sampson, J. A. & Groeller, H. (2016). Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sports*.
- Sánchez-Moreno, M., Cornejo-Daza, P. J., González-Badillo, J. J., & Pareja-Blanco, F. (2020). Effects of Velocity Loss During Body Mass Prone-Grip Pull-up Training on Strength and Endurance Performance. *J Strength Cond Res*.
- Santaniello, N., Nóbrega, S. R., Scarpelli, M. C., Alvarez, I. F., Otoboni, G. B., Pintanel, L., & Libardi, C. A. (2020). Effects of resistance training to muscle failure vs non-failure on strength, hypertrophy and muscle architecture in trained individuals. *Biol Sport*.
- Santos, W. D. N. D., Vieira, C. A., Bottaro, M., Nunes, V. A., Ramirez-Campillo, R., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Resistance Training Performed to Failure or Not to Failure Results in Similar Total Volume, but With Different Fatigue and Discomfort Levels. *J Strength Cond Res*.
- Scarpelli, M. C., et al. (2020). Muscle Hypertrophy Response is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. *J Strength Cond Res*.
- Schoenfeld, B. J. & Grgic, J. (2017). Evidence-Based Guidelines for Resistance Training Volume to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*.
- Schoenfeld, B. J. & Grgic, J. (2020). Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review. *SAGE Open Med*.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *J Strength Cond Res*.
- Schoenfeld, B. J. (2013). Is there a minimum intensity threshold for resistance training-induced hypertrophic adaptations? *Sports Med*.
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Ogborn, D., Galpin, A., Krieger, J., & Sonmez, G. T. (2016). Effects of Varied Versus Constant Loading Zones on Muscular Adaptations in Trained Men. *Int J Sports Med*.
- Schoenfeld, B. J., et al. (2014). Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *Eur J Sport Sci*.

- Schoenfeld, B. J., et al. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc.*
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research.*
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., & Krieger, J. W. (2015). Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., Vigotsky, A. D., Franchi, M. V., & Krieger, J. W. (2017). Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *J Sports Sci.*
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., Pinero, A., Burke, R., Coleman, M., & Rolnick, N. (2023). Fiber-Type-Specific Hypertrophy with the Use of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training: A Systematic Review. *J Funct Morphol Kinesiol.*
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., Schnaiter, J. A., Bond-Williams, K. E., Carter, A. S., Ross, C. L., Just, B., Henselmans, M., & Krieger, J. (2016). Longer inter-set rest periods enhance muscle



- strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., & Tiryaki-Sonmez, G. (2015). Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res*.
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., Sonmez, G. T., & Alvar, B. A. (2014). Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Cond Res*.
- Shattock, K. & Tee, J. C. (2020). Autoregulation in Resistance Training: A Comparison of Subjective Versus Objective Methods. *J Strength Cond Res*.
- Simao, R., Spineti, J., de Salles, B. F., Oliveira, L. F., Matta, T., Miranda, F., Miranda, H., & Costa, P. B. (2010). Influence of Exercise Order on Maximum Strength and Muscle Thickness in Untrained Men. *J Sports Sci Med*.
- Sødal, L. K., Kristiansen, E., Larsen, S., & van den Tillaar, R. (2023). Effects of Drop Sets on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine – open*.
- Taber, C. B., Vigotsky, A., Nuckols, G., & Haun, C. T. (2019). Exercise-Induced Myofibrillar Hypertrophy is a Contributory Cause of Gains in Muscle Strength. *Sports Medicine*.
- Travis, S. K., Ishida, A., Taber, C. B., Fry, A. C., & Stone, M. H. (2020). Emphasizing Task-Specific Hypertrophy to Enhance Sequential Strength and Power Performance. *J Funct Morphol Kinesiol*.
- Travis, S. K., Mujika, I., Gentles, J. A., Stone, M. H., & Bazylar, C. D. (2020). Tapering and Peaking Maximal Strength for Powerlifting Performance: A Review. *Sports*.
- Tsoukos, A., Veligekas, P., Brown, L. E., Terzis, G., & Bogdanis, G. C. (2017). Delayed effects of a low volume, power-type resistance exercise session on explosive performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Valamatos, M. J., et al. (2018). Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *Eur J Appl Physiol*.

- Vieira, A., Umpierre, D., Teodoro, J. L., Lisboa, S. C., Baroni, B. M., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2020). Effects of Resistance Training Performed to Failure or Not to Failure on Muscle Strength, Hypertrophy, and Power Output: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*.
- Weakley, J. J. S., Till, K., Read, D. B., Phibbs, P. J., Roe, G., Darrall-Jones, J., & Joshua, B. L. (2020). The Effects of Superset Configuration on Kinetic, Kinematic, and Perceived Exertion in the Barbell Bench Press. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Wernbom, M., Augustsson, A., & Thomee, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume, and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med*.
- Williams, T. D., Toluoso, D. V., Fadewa, M. V., & Esco, M. R. (2017). Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Muscular Strength: A Meta-Analysis. *Sports Med*.
- Wolfe, B. L., Lemura, L. M., & Cole, P. J. (2004). Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Yang, Y., Bay, P. B., Wang, Y. R., Huang, J., Teo, H. W. J., & Goh, J. (2018). Effects of Consecutive Versus Non-consecutive Days of Resistance Training on Strength, Body Composition, and Red Blood Cells. *Frontiers in Physiology*.
- Zhang, X., Li, H., Bi, S., Luo, Y., Cao, Y., & Zhang, G. (2021). Auto-Regulation Method in Maximum Strength Training for Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol*.
- Zourdos, M. C., Dolan, C., Quiles, J. M., Klemp, A., Jo, E., Loenneke, J. P., Blanco, R., & Whitehurst, M. (2015). Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters: a case series. *Nutricion hospitalaria: organo oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral*.
- Zourdos, M. C., et al. (2015). Repeated Bout Effect in Muscle-Specific Exercise Variations. *J Strength Cond Res*.
- Zourdos, M. C., Jo, E., Khamoui, A. V., Lee, S. R., Park, B. S., Ormsbee, M. J., Panton, L. B., Contreras, R.J., & Kim, J. S. (2016). Modified daily undulating periodization model

produces greater performance than a traditional configuration in powerlifters. *J Strength Cond Res.*

Zourdos, M. C., Klemp, A., Dolan, C., Quiles, J. M., Schau, K. A., Jo, E., Helms, E., Esgro, B., Duncan, S., Garcia Merino, S., & Blanco, R. (2016). Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. *Journal of Strength & Conditioning Research.*