

Utveckling av tyngdlyftarens överstöt

En systematisk litteraturstudie

Jonas Koli

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Idrott och hälsopromotion
Identifikationsnummer:	4680
Författare:	Jonas Koli
Arbetets namn:	Utveckling av tyngdlyftarens överstöt - En systematisk litteraturstudie
Handledare (Arcada):	Katri Ruutu
Uppdragsgivare:	-
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med arbetet är att undersöka vilka träningsmetoder och hurudan träningsplanering som krävs för att utveckla tyngdlyftarens överstöt. Det är en utmaning för idrottaren att undvika överträning då marginalerna för utveckling är små. Intensiteten, variationen, belastningen och metoderna är många, men den rätta balansen krävs för att nå goda resultat och framsteg. Den teoretiska referensramen behandlar biomekaniken av utförandet, tyngdlyftarens egenskaper, träningsplaneringens och -metodernas teori. Det är frågan om en systematisk litteraturstudie, var väsentligt och relevant material om tyngdlyftning, träningsplanering och neuromuskulär utveckling sammanställs och redovisas. De inkluderade artiklarnas relevans har försäkrats genom att de svarar på studiens syfte och har även kvalitetsgranskats. Det kunde slutligen sammanfattas att tävlings specifika rörelser med hög belastning, måttlig intensitet, hög träningsfrekvens och maximal menad hastighet är avgörande för att utveckla tyngdlyftarens överstöt. Den neurologiska träningens primära syfte är att öka topp kraft produktionen och hastigheten med vilken topp kraft produktion kan nå. Träningsplaneringens signifikans är i att balansera träningsmetoder på mikro- och makronivå för att undvika plåtår. Studien fann även att det kan vara nyttigt att kombinera plyometrisk- samt ballistisk träning med styrke träning.</p>	
Nyckelord:	Träningsplanering, överträning, neuromuskulär utveckling, överstöt, stretch shortening cycle, träningsmetoder, tyngdlyftning, plyometri
Sidantal:	57
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Sports and Health promotion
Identification number:	4680
Author:	Jonas Koli
Title:	Developing the weightlifter's Jerk performance - A systematic review
Supervisor (Arcada):	Katri Ruutu
Commissioned by:	-
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of the study is to examine the training methods and what kind of planning is required in order to develop a weight lifter's jerk. It is a challenge for the athlete to avoid overtraining, when the margin for development is small. There are many mixtures of intensity, variation, load and training methodologies. The aim of the study is to find the right balance needed, for achieving great results and lasting progress. The theoretical framework consists of movement specific biomechanics, weightlifter characteristics, training planning and the methodology of training. This study is a systematic literature review that set out to find essential and relevant material on weightlifting, training planning and neuromuscular development. The included material has been quality reviewed and has been deemed relevant to the study's purpose. The study concludes that jerk-specific movements with high loads, moderate intensity, high training frequency and maximum intended speed are crucial in developing the overhead jerk. The primary purpose of the neuromuscular training is to increase the peak power output and the speed at which peak power output can be achieved. The planning of the training balances the training on a macro- and micro level to avoid plateaus. The study also found that it might be useful to combine plyometric- and ballistic training with strength training.</p>	
Keywords:	Training planning, overtraining, neuromuscular development, jerk, stretch shortening cycle, training methods, weightlifting, plyometrics
Number of pages:	57
Language:	Swedish

INNEHÅLL

1	Inledning.....	7
2	Rörelseanalys av tyngdlyftning	8
2.1	Frivändning	8
2.2	Uppåt stöt (överstöt).....	9
2.3	Regler.....	10
2.3.1	<i>Allmänt</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Frivändning och stöt.....</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i>Allmänna regler att beakta i överstöt</i>	<i>11</i>
3	Tyngdlyftarens Egenskapsanalys.....	13
3.1	Muskelstyrka	13
3.2	Biomekanik.....	13
3.2.1	<i>Fot</i>	<i>13</i>
3.2.2	<i>Knä.....</i>	<i>14</i>
3.2.3	<i>Höft.....</i>	<i>14</i>
3.2.4	<i>Bål</i>	<i>14</i>
3.2.5	<i>Skuldra</i>	<i>15</i>
3.2.6	<i>Armbågsled och handled</i>	<i>15</i>
3.3	Kroppssammansättning	15
3.4	Neuromuskulär effekt.....	16
3.4.1	<i>Stretch-shortening cycle</i>	<i>18</i>
3.4.2	<i>Isometrisk styrka</i>	<i>18</i>
3.4.3	<i>Plyometri</i>	<i>19</i>
3.5	Rörlighet.....	20
4	Planering av tyngdlyftarens träning	21
4.1	Periodisering	21
4.1.1	<i>Lineär vs. non-lineär periodisering.....</i>	<i>22</i>
4.2	Träningscykel.....	23
4.3	Alternativ träningsplanering	24
4.4	Träningsprinciper	24
4.4.1	<i>Transfer av styrketräningens effekt.....</i>	<i>25</i>
4.4.2	<i>Träningsintensitet.....</i>	<i>26</i>
4.4.3	<i>Teknik.....</i>	<i>27</i>
4.4.4	<i>Specifitet</i>	<i>28</i>
4.4.5	<i>Överbelastning.....</i>	<i>28</i>
4.5	Skaderisk	28

4.5.1	Typiska skador	29
4.5.2	Ryggskador	29
4.5.3	Knäskador	29
4.5.4	Axelskador	30
4.5.5	Oxidativ stress i muskel vävnad.....	30
5	Syfte och frågeställning	31
6	Metod	32
6.1	Urval.....	33
6.2	Litteratursökning.....	34
6.3	Kvalitetsgranskning	35
6.4	Etik	37
7	Resultat.....	38
7.1	Träningsplanens frekvens och intensitet.....	41
7.1.1	Träningsmetoder: specifik träning och variation av träning	41
7.1.2	Träningsplanering, -metoder och -monitorering för att undvika överträning.....	42
7.2	Neuromuskulär träning för att utveckla överstöten	44
7.2.1	Utökning av muskelns kraft förmåga.....	44
7.2.2	Plyometrins inverkan på utvecklingen	45
7.2.3	Balans av träningsmetoder för maximal utveckling av kraftproduktion.....	46
8	Diskussion.....	47
8.1	Resultatdiskussion	47
8.1.1	Planeringens och metodernas signifikans	47
8.1.2	Neurologisk utveckling	48
8.2	Metoddiskussion	50
8.3	Fortsatt forskning och yrkesrelevans	51
Källor	52
Bilagor	57

Figurer

Figur 1. Bild på frivändning och överstöt.	9
Figur 2. Uppåt stötens vertikala kraft kurva	10
Figur 3. Knäposition	14
Figur 4. Kroppsammanställning av tyngdlyftare	16
Figur 5. Förhållandet av kraft, styrka och hastighet.	17
Figur 6. En fots hopp med paus.	20
Figur 7. Test resultat för elit tyngdlyftare och amatörer.	21
Figur 8. Koncept av träningsplan enligt Matveyev.	23
Figur 9. Tyngdlyftningsplan/makrocycel.	24
Figur 10. Sekvensen för utvecklingen av styrka.	25
Figur 11. Träningscykel för styrke- och kraft träning.	26
Figur 12. En årlig makrocycel med mikrocyklar	27
Figur 14. Fönstret för adaption av explosiv kraft	46

Tabeller

Tabell 1. Sökord i databaser	34
Tabell 2. Kvalitetsgranskning av inkluderade artiklar	36
Tabell 3. Presentation av inkluderade artiklar	38

1 INLEDNING

Tyngdlyftning är en styrke- och kraftsport där man tävlar i två olika lyft. De två olika lyften är: Ryck och stöt. Tyngdlyftning är en specifik idrottsgren och skall inte blandas med att lyfta tyngder eller styrketräning, dessa förknippas med allmänt lyftande av vikter av olika slag. (Stone et al. 2006) Tyngdlyftningen karaktäriseras av hög intensiv träning med höga vikter, det finns ett antal olika träningsmetoder runt om världen men ingen undersökning som omfattande för fram de bästa metoderna och den bästa träningsplanen. (Storey och Smith, 2012) Undersökning (Stone et al. 2006) om tyngdlyftaren visar att egenskaperna hos tyngdlyftare kan jämföras med andra kraft och styrkegrenar då de kommer till kroppssammansättning. Men tyngdlyftare har oftast, utan skillnad till kön en starkare maximal neurologisk styrka. Undersökning (Storey et al. 2012) har påvisat att tyngdlyftare kan ha upp till 15 % högre maximal isometriskstyrka än idrottare i andra grenar som kräver styrka och kraft. Överstöt är det momentet i tyngdlyftning vilket kräver, relativt mest explosivitet för att utföras och genererar mest kraft (Garhammer 1979).

Tyngdlyftning är en gren som är mycket obekant, även inom idrottsbranschen. Tyngdlyftning har en lång historia och de fysiologiska egenskaperna är lätta att föra över till andra idrottsgrenar. (Stone et al. 2006) Det finns en hel del tidigare forskning. En stor del av materialet är inte översatt till engelska. Äldre artiklar, från 1990-talet och tidigare är oftast översatta eller inkluderade i meta-analyser. De nyaste artiklarna handlar till en stor del om tyngdlyftningen som en påverkande faktor till någon annan gren. Men jag lyckades hitta ett antal undantag som jag även använder i detta arbete. Böcker inom området är oftast samlingar av olika vetenskapliga artiklar och är således inte nödvändigtvis av så stor betydelse för detta arbete. I min datasökning kunde jag se att de inte fanns en endaste artikel om att utveckla tyngdlyftarens överstöt. Vilket i sig förespråkar relevansen av denna studie. Det finns ingen definitiv målgrupp, men själva inriktningen av forskningen är att nå den absoluta maximala prestationen hos en tyngdlyftare. Detta kan ses vara mer relevant för en idrottare nära den absoluta eliten, än en novis. Detta gör inte heller direkt någon indelning för kön eller ålder. Tyngdlyftningen är mycket

mångsidig och består av många lyft och även flera moment, därför är detta arbete inriktat på frivändning och stötlyftets andra moment: överstöt.

Syftet är att genom en systematisk litteraturstudie, med fokus på överstöt, neurologiska effekter, samt planering av träning för att optimera prestationsförmåga och undvika överträning, samla ihop vetenskapliga texter till en helhet, sammanställa och diskutera relevant teori. Arbetet kommer att lägga fokus på utvecklingen av överstöt vilket är det andra momentet i grenens andra lyft; frivändning och stöt. Denna helhet skall kunna ge insyn till egenskaperna av tyngdlyftning samt att planera tyngdlyftnings träning för att slutligen kunna förbättra maximal prestationsnivå hos lyftaren.

2 RÖRELSEANALYS AV TYNGDLYFTNING

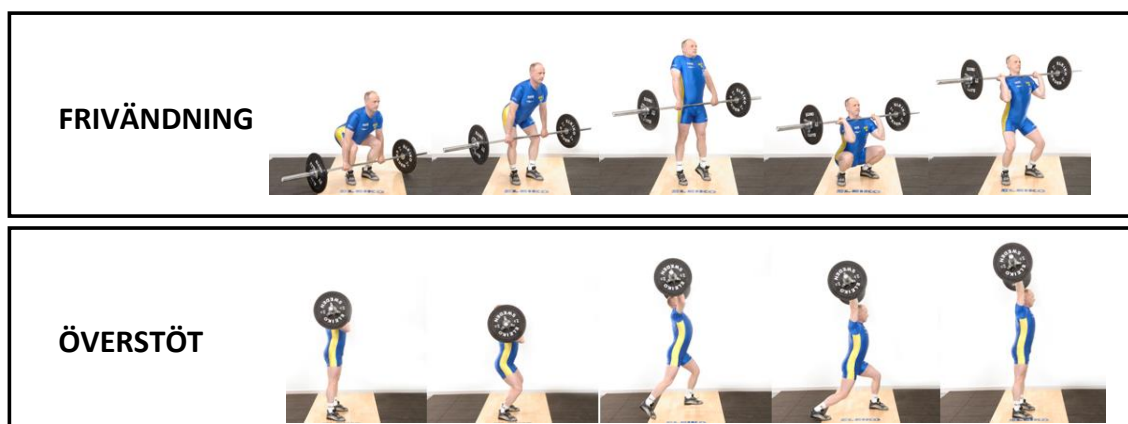
Tyngdlyftning som idrottsgren består av två lyft: ryck och frivändning och stöt. Stöt är alltså ett av momenten i, det i ordning andra lyftet i tyngdlyftning, frivändning. (Storey och Smith, 2012)

I rörelseanalysen behandlas i första hand stöt, men även helheten är viktig för att få tillräcklig kännedom om detaljerna. Syftet är att från en teoretisk synpunkt behandla de olika momenten och reglerna som präglar lyften.

2.1 Frivändning

Frivändning är det första momentet i stöt. Skivstången placeras horisontellt framför lyftarens ben. Skivstången greppas med handflatorna neråt och dras med en kontinuerlig rörelse från marken upp på lyftarens axelparti. Under den kontinuerliga rörelsen rör sig stången nära intill lyftarens ben och lyfts utan att röra mage eller bröst upp på axlarna. (IWF.com, 2015)

Enligt Storey och Smith (2012) kan man dela upp frivändning i fem olika moment eller faser; (Se Figur 1.) Första draget – då skivstången lyfts upp från marken till knäna genom extension av knäleden. Överföringsfas för att påbörja andra draget – Lyftaren böjer knäna tillbaka och in under skivstången samtidigt som lyftarens torso flyttas till en sånär vertikal position. Denna fas möjliggör utnyttjandet av stretch-shortening cycle(SSC). Slutförandet av andra draget – en maximal acceleration av skivstången sker i denna fas då lyftaren sträcker ut (extension) knä-, höft- och vristleder och därtill rycker med axlarna. Omkastnings fas – När skivstången stigit till ungefär 55-65% av lyftarens längd, kastar lyftaren om skivstången genom att rotera armbågarna runt stången och fånga stången på axelpartiet och sedan gå ner i en djup huk ställning. Återhämtningsfas – lyftaren stiger upp från djupt huk till stående position och förbereder sig för överstöt. (Storey och Smith, 2012)

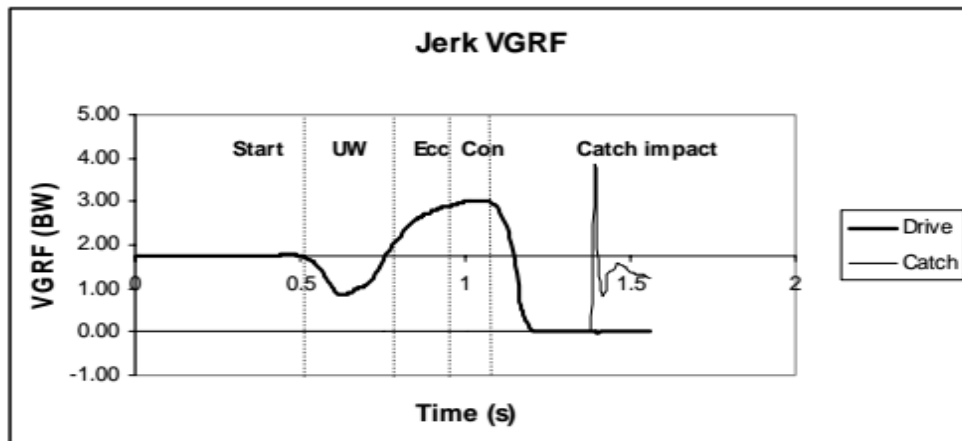


Figur 1. Bild på frivändning och överstöt. (red. Ragnarsson, 2011)

2.2 Uppåt stöt (överstöt)

Uppåt stöt eller överstöt är det andra och sista momentet i frivändning och stöt. Som man kan se i *figur 1*, börjar utförandet då lyftaren har säkrat skivstången ovanför bröst-korgen, oftast ovanpå nyckelbenen. Genom att böja knäleden och sedan kraftigt sträcka ut den igen för lyftaren skivstången uppåt. Då lyftaren är fullt utsträckt, sträcker denne ut armbågsleden och endera böjer på knä- och höftleden för att gå i huk, eller sårar på benen för att komma under skivstången. På engelska kallas dessa två olika metoder för "Squatjerk" (hukstöt) och "Splitjerk" (spagatstöt). Då lyftaren har säkrat skivstången

ovanför huvudet sträcker denne ut knä- och höftleder och för fötterna tillbaka under höften (ifall denne särat på benen). (IWF, 2005) Uppåt stöten lägger en hel del krav på lyftaren. Belastningen är oftast extremt hög och själva rörelsen utförs med extrem kraft, genom hög hastighet och maximal muskeleffekt. De olika faserna och kraften som lyftaren utsetts för illustreras i figur 2. I den vertikala kraftkurvan (VGRF) ser man kraften som lyftaren ger ut under de olika faserna av lyftet. (Lake et al. 2007)



Figur 2, Uppåt stötens vertikala kraftkurva (VGRF) visar de stora krafterna som lyftaren måste handskas med och sekvensen av krafttillfördelningen i de olika faserna av lyftet. (red. Lake et al. 2007)

2.3 Regler

IWF eller International Weightlifting Foundation (sve. det internationella tyngdlyftningsförbundet) är takorganisationen för tyngdlyftning. Som takorganisation reglerar IWF all tävlingsverksamhet angående tyngdlyftning. (IWF, 2015) Eftersom denna studies syfte är att på bästa möjliga vis utveckla tyngdlyftarens uppåt stöt är det givet att själva utförandet då skall följa gällande regler och standarder. Denna del av texten ämnar framföra ramarna som reglerna utsätter för tyngdlyftning.

2.3.1 Allmänt

Det finns två olika lyft, ryck samt frivändning och stöt. Dessa lyfts gemensamma vikt är idrottarens slutresultat. Idrottaren har tre stycken försök per lyft, det bästa resultatet räknas till slutresultatet. (IWF, 2015)

2.3.2 Frivändning och stöt

Skivstången skall positioneras horisontellt på tävlingsplattformen. Idrottaren tar ställning bakom stången, böjer knäna och greppar skivstången med båda händerna. Tyngden skall lyftas med en kontinuerlig rörelse över bröstet genom att böja eller sära på benen. Skivstången måste stanna på nyckelbenen, axlarna eller böjda armar. Innan idrottaren övergår till nästa moment måste dennes bägge fötter återgå till samma horisontella linje och benen måste vara fullt utsträckta (full extension av knä- och höftled). Ingen annan kroppsdel än benen får röra i tävlingsplattformen under utförandet. Idrottaren har ingen tidsbegränsning innan denne måste övergå till nästa moment. (IWF, 2015)

Andra momentet i lyftet är alltså stöt, kallas även för överstöt. Idrottaren måste stanna upp förrän hen påbörjar stöt momentet. Idrottaren börjar rörelsen med att böja och utsträcka dynamiskt både armar och ben för att föra skivstången uppåt, samtidigt som idrottaren böjer eller sårar på benen. När skivstången är på raka armar flyttar idrottaren sina fötter tillbaka under höften och rätar på kroppen. Idrottaren väntar på en signal av huvuddomaren för att lägga ner skivstången framför sig. (IWF, 2015)

Innan uppåt stöten får idrottaren korrigera skivstångens position ifall:

- för att ändra tummarnas position
- idrottaren inte kan andas
- skivstången orsakar smärta
- för att byta greppvidd

(IWF, 2015)

2.3.3 Allmänna regler att beakta i överstöt

- Skivstången bör släppas ner framför idrottaren och greppet får inte släppas förrän skivstången har passerat axelhöjd.
- Idrottaren får använda sig av krita (magnesium karbonat).
- Idrottaren får inte stanna rörelsen av skivstången förrän armbågsleden är fullt utsträckt.
- Lyftet får inte heller pressas ut, utan måste fångas med raka armar.

- Armbågsleden får inte röra på sig förrän idrottaren har återhämtat sin slut position.
- Idrottaren måste vara vänd framåt (mot domaren) och får inte släppa skivstången ner före domarens signal.
- Idrottaren måste vara stilla förrän han påbörjar överstöt med att böja knäna.
- Då idrottaren börjar överstöten med att böja knäna, kan denne inte mera gå tillbaka till startposition, utan måste slutföra lyftet.
- Idrottaren får inte avsiktligt skapa och utnyttja pendelrörelse eller oscillation av skivstången.

(IWF, 2015)

3 TYNGDLYFTARENS EGENSKAPSANALYS

Olympiska lyft belastar hela kroppen och nästan hela kroppen utsätts för höga belastningar. Kroppens styrka, stabilitet och rörlighet är av ytterst stor signifikans. (Cormie et al. 2011)

3.1 Muskelstyrka

Kraft, kombinationen av styrka och snabbhet, är av ytterst stor signifikans då man skall förflytta en stor tyngd vertikalt uppåt. För att idrottaren skall nå sin maximala kraftutgift är det viktigt att idrottaren har en ordentlig styrkebas. Atleter med mer muskelstyrka har en avsevärd fördel i produktionen av maximal kraft. Det bör dock anmärkas att då man går högre upp på styrkeskalan och talar om atleter med extrem styrka, avtar fördelen eftersom kvickhets och/eller snabbhets kapacitetminskar. (Cormie et al. 2011)

3.2 Biomekanik

I en tyngdlyftnings prestation aktiveras en hel del muskler, och ett antal leder sätts i rörelse för att utföra den givna rörelsen. Koordinationen mellan kroppens olika muskler är av stor betydelse. En välkoordinerad rörelse ökar potentialen att utveckla maximal kraft. Nedan går vi igenom leder och muskulatur som samarbetar för att utföra rörelsen. (Stone et.al. 2006)

3.2.1 Fot

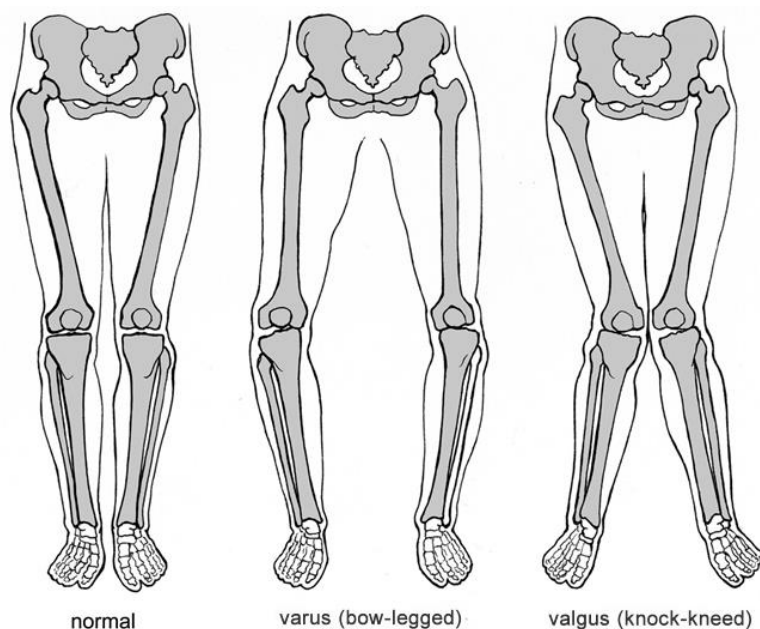
Då man utför ett lyft överförs kraften genom foten till underlaget. Detta betyder att lyften ställer stora krav på fotleden. Rörlighet, stabilitet och styrka prövas. Om det finns svagheter i dessa faktorer av fotleden leder det till sämre prestation på grund av försämrad kraftöverföring. Då tyngdlyftaren typiskt i ett lyft tar emot vikten (skivstången) i en djup huk position, eller då man i slutdelen av stöt momentet tar emot tyngden med fötterna saxade ut krävs god fotledsrörlighet och stabilitet. (Ragnarsson 2011)

3.2.2 Knä

Agonistens och antagonistens balans är av stor betydelse i all idrott för att undvika skador och för maximal prestationsförmåga. Denna balans betydelse förstärks då de är frågan om knäleden som utsetts för stora krafter. Knäledens position präglas av den stora quadriceps muskeln och hamstring muskler på fram, respektive baksidan av låren. (Ragnarsson 2011)

3.2.3 Höft

Höftmuskulaturen med hjälp av sätesmuskulaturen är avgörande för att producera kraft i tyngdlyftning. Sätesmuskulaturen påverkar höftleden i tyngdlyftning, om gluteus inte stabiliserar kan knäna vridas inåt, vilket kallas för *valgus*. (se figur 3). Detta försämrar kraftöverföringen och ökar skaderisken. (Ragnarsson 2011)



Figur 3, Normal knäposition jämfört med obalanserade knäpositioner på grund av svag sätesmuskulatur. (red. Cameron 2013)

3.2.4 Bål

Bålmuskulaturen har till uppgift att stabilisera ryggraden som måste höga belastningar under lyften, förutom att den också deltar i kraftutvecklingen. Det är viktigt för tyngd-

lyftaren att ha en mångsidig bål och ryggmuskulatur för att lyftaren ska kunna hantera de stora belastningarna som skivstångens vertikala bana orsakar. (Ragnarsson, 2011)

3.2.5 Skuldra

Då skivstången, som ofta är tungt belastad, förs och stabiliseras över huvudet belastas skulder muskulaturen och -rörligheten. Stabiliserande effekten av skuldran är även ytterst viktig under andra moment av lyftet för att förhindra skulderbladet från att tappas fram, vilket skulle leda till förlust av optimal position och kraftöverföring. (Ragnarsson, 2011)

3.2.6 Armbågsled och handled

Likt skuldran utsetts armbågsleden och handleden för hög stress då skivstången ska stabiliseras ovanför huvudet. Styrka, stabilitet och rörlighet är av ytterst stor betydelse. Rörligheten är även viktig för att utförandet skall hållas vid in reglementet, om man inte kan fullt sträcka ut sina leder godkänns inte lyftet. (Ragnarsson, 2011)

3.3 Kroppssammansättning

Kroppssammansättningen av tyngdlyftare är oftast nära brottare eller fri-idrottare som sysslar med kastporter. Framgångsrika tyngdlyftare har oftast en lång kropp och korta armar och ben. Fettprocenten kan vara mellan 5-6 % i de lättare viktklasserna men stiga till över 20 % i den tyngsta och öppna viktklassen. Vad tabellerna nedan i *figur 4* berättar oss är att tyngdlyftare har en tendens av att vara kortare, ha större muskelmassa och mindre fettprocent än den övriga populationen. Sambandet mellan kroppsvikt och höjd hos tyngdlyftare berättar om att det medför en fördel i tyngdlyftning att vara kort och ha större muskelmassa. En kortare idrottare har en relativt kortare sträcka att flytta skivstången för att slutföra ett lyft. Det har även spekulerats om kortare tyngdlyftare har en fördel i att genererar kraft. Om två idrottare har samma muskelmassa men är av olika längd betyder de att den kortare idrottaren har en större muskeltvärnsnitt och kan således generera eller producera mer kraft. (Stone et. al. 2006)

Table 1a Physical Characteristics of U.S. Male Weightlifters						
Number	Age (year)	Body mass (kg)	% Fat	LBM	Height (cm)	W/H
EL (n = 14)	24 ± 3	89.1 ± 18.0	10.1 ± 4.0	80.1 ± 13.0	171.0 ± 9.5	0.52 ± 0.12
M + 1 (n = 7)	26 ± 4	84.9 ± 20.9	11.7 ± 5.0	74.1 ± 14.9	173.5 ± 11.0	0.48 ± 0.13
C2 < (n = 13)	24 ± 4	86.2 ± 18.2	12.4 ± 6.9	75.4 ± 15.2	172.5 ± 13.0	0.50 ± 0.14
UT (n = 7)	20 ± 3	90.1 ± 5.4	18.2 ± 7.4	74.0 ± 9.6	179.0 ± 3.5	0.05 ± 0.13

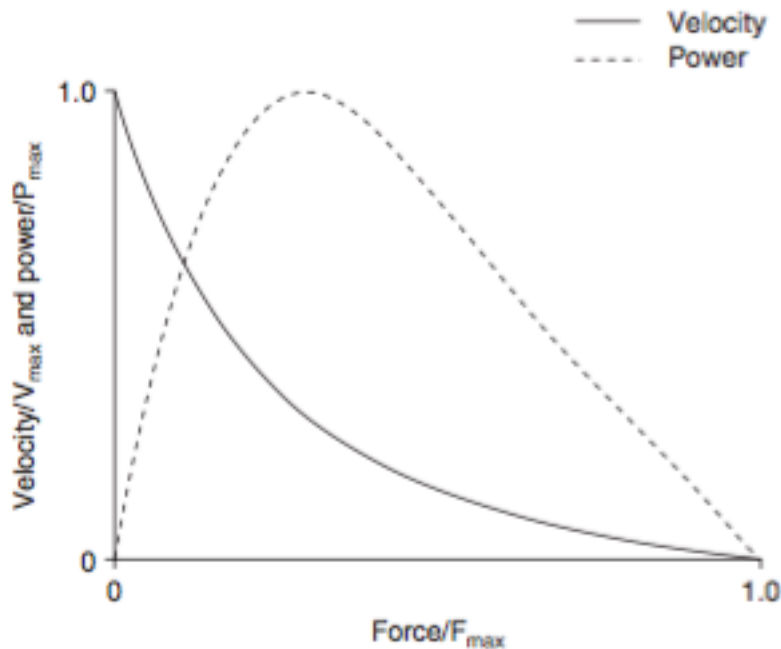
Note: W/H = body mass (kg)/height (cm); EL = elite; M + 1 = master and first class; C2 < = class 2 and below; UT = untrained men (group match statistically on body mass); LBM = lean body mass. Body composition was measured by skin folds. UT, C2, M, first, and elite data collected 1978–1983. Elite data collected fall 2003 and presented at USOC in-house seminar 2004.

Figur 4 . En jämförelse av fysiologiska drag hos tyngdlyftare av olika nivå och otränade individer.(red. Stone et. al. 2006, s.57)

3.4 Neuromuskulär effekt

Det finns ett antal olika faktorer som påverkar individens neuromuskulära förmåga. Då man diskuterar muskelarbete mäter man oftast effekten av arbetet. Effekt = kraft x hastighet, (eng. *Force = power x velocity.*) Effekt i detta sammanhang betyder alltså samma som engelskans *Force*, d.v.s. arbete/tid. Maximal muskel effekt betyder att man genererar en maximal kontraktion, eller maximalt arbete så snabbt som möjligt. I samband av kraft talar man ofta om sambandet mellan kraft och hastighet (eng. *Force-Velocity relation*). Grafen i figur 5 är fundamental för att illustrera förhållanden mellan kraft och hastighet, samt kraft och effekt. (Cormie et al. 2011)

Sambandet mellan hastighet och effekt är icke lineär (som framgår från grafen i figur5) på grund av aktin-myosin kedjans begränsade kapacitet. Om hastigheten av muskelkontraktionen ökar hinner inte aktin-myosin utbytet ske på en lika stor skala, d.v.s. färre antal länkar mellan aktin och myosin, vilket leder till färre ATP, vilket betyder mindre energi som frigörs. (Cormie et.al. 2011)



Figur 5. Förhållandet av kraft, styrka och hastighet (red. Cormie et.al 2011)

Muskeln förmåga att kontrahera är en av de största orsakerna i muskel effekt utveckling. Muskelfibertypen är avgörande. Det har undersökts att typ II fiber producerar upp till 10 gånger större effekt än typ I fiber. Muskeln tvärsnittsytta är en annan signifikant faktor, som påverkar effektutvecklingen. En större tvärsnittsytta betyder mera muskelfibrer, vilket betyder en större effekt. Muskelfiberns längd påverkar också effektutvecklingen. Muskelfibern uppgörs av sarkomerer. Desto fler sarkomer än muskelfiber har desto snabbare kontraherar den. En snabbare hastighet betyder en större effekt. Det betyder att längre muskelfiber producerar större effekt. Undersökning är inte övertygande gällande om fiberlängden varierar genetiskt eller genom adaptation av specifik fysisk träning. Vidare har undersökning även bevisat att vinkeln mellan en eller flera muskelfiber knippe(fascikel) och dess sena kan leda till högre effekt, detta kallas för "*pennation angle*". Orsaken till detta är att när vinkeln ökar, ökar även mängden sarkomerer längs med senan och muskel fibrerna har en kortare väg att kontrahera. (Cormie et.al 2011)

De neurologiska faktorerna som påverkar effekt utveckling är förmågan att aktivera motoriska enheter, synkronisera motoriska enheter, frekvensen av aktivering av motoriska enheter och intra-muskulär koordination. (Cormie et.al. 2011)

3.4.1 Stretch-shortening cycle

För att utveckla neuromuskulär muskeleffekt är ett av huvud områdena att utnyttja Stretch-shortening cycle reflexen. SSC innebär att en muskel och dess sena utsträcks och omedelbart därefter kontraherar muskeln. SSC förstärker avsevärt muskeln och dess senas förmåga att producera maximal effekt i snabbast möjligaste tid. (Chu och Myer 2013 s.49)

Genom att det är frågan om en mycket specifik träningsform som belastar det neuromuskulära systemet och var det krävs mycket specifika tekniska övningar är det viktigt att forska och undersöka i ämnet för att kunna använda sig av SSC. När man har som uppgift att förbättra en idrottares prestationsförmåga är det viktigt att man är medveten om hur träning av explosiv styrka kan hjälpa denne att nå sitt mål. I tidigare forskning har man funnit att SSC höjder den maximala styrkeutgiften av idrottare. (Verkohansky, 2012) Man strävar alltså till att stärka motoriska enheter genom explosiv eller neurologiskt påverkande träning. Yuri Verkohansky (2012), fann att genom att man stärker den excentriska fasen av muskelarbetet, kan idrottaren snabbare motstå den excentriska belastning, som trycker oss nedåt och övergå till koncentriskt arbete med en snabbare acceleration. Muskeltonus uppstår under den excentriska fasen och desto starkare muskeln är i den excentriska fasen desto starkare blir spänningen, d.v.s. tonus i muskeln och spänsten ökar. (Pire, 2006) Detta i sig gör att den koncentriska fasen blir explosivare. Yuri Verkhoshansky hävdar att för hög-intensiv neuromuskulär träning krävs det att idrottaren kan lyfta 2.5 gånger sin egen vikt i knäböj. (Se Chu och Myer 2013 s.274)

3.4.2 Isometrisk styrka

Den isometriska fasen är den s.k. statiska fasen då muskeln övergår från den excentriska (muskeln förlängs) fasen till den koncentriska (muskeln förkortas eller kontraheras) fa-

sen eller vice versa. Det är frågan om en hundradels sekunder då kroppen stannar upp. Det är just i detta läge som man utnyttjar sig av SSC. (Chu och Myer 2013, s31)

I tyngdlyftning drabbas tyngdlyftare ofta av ett fenomen då man fastnar på en viss punkt i lyftet, en punkt då man tappar viktens optimala rörelsebana. Lyftet tappar all styrka och försämras eller avbryts. På grund av detta fenomen utnyttjar sig tyngdlyftare ofta av s.k. "paus lyft" var man gör statiska (isometriska) uppehåll i lyftet för x antal sekunder. Uppehåll görs vid rörelsebanans svaga punkter och -vinklar. Genom att man tränar rörelsebanans svaga punkter förbättras lyftet överlag och det hjälper lyftaren att överkomma plåtåer. (Chu och Myer 2013, s32)

3.4.3 Plyometri

Ordet "plyometri" är fritt översatt från den amerikanska termen "Plyometrics". Med plyometri menas övningar som inkluderar rörelser som att hoppa, skutta och studsa. Det handlar om att utöka individens kapacitet att utnyttja den naturliga elasticitetens förmåga att överföras till kraft och att förbättra den. Enligt undersökning är SSC den viktigaste mekanismen inom plyometri. För att beskriva plyometrins idé på ett annat sätt kan man säga att målet är att nå muskelns maximala styrka i så kort tidsram som möjligt. (Pire 2006, s15)

Plyometriska övningens idé är att öka idrottarens explosivitet. Man kompletterar den traditionella styrketräningen, var man rör sig i vikter omkring 90 % av maximala kapaciteten. Den traditionella styrkemethoden betyder att man ökar den maximala styrkan, men rörelserna och kraft produceringen blir ofta långsamma pga. den stora vikten som lyfts. Styrka är givetvis en av de viktigaste egenskaperna för explosivt arbete, men för att nå maximala prestationer är det viktigt att kraftutvecklingen inte stagnerar vid större vikter. Genom att träna plyometriska övningar med kroppsvikt kan man producera kraft vid maximala gränsen av individens kapacitet. Genom att kombinera plyometri med styrketräning är idén att öka på kraft utvecklingens maximala kapacitet och även att öka kraft utvecklingens hastighet. (Chu och Myer 2013, s. 82-83)

Tyngdlyftaren kan utnyttja plyometriska övningar för att stärka sin naturliga SSC. Ett exempel är en träning var man stärker den isometriska fasen genom att stå med en fot på ett balansbräde och hålla samma position på rörelsebanan, detta stärker även stabiliserande musklerna i knäleden vilket är av stor nytta då man vill stärka knäledens kraft utgivande. En mer avancerad rörelse är att göra en fots paushopp, se *figur 6* nedan.

Den korta stunden mellan excentrisk och koncentrisk muskelarbete som kallas för isometriskt arbete kallas även ofta för amortionsfasen. Den fasen är ofta kort hos topp idrottare, ungefär 0.1sek. Desto kortare amortionsfas desto mera kraft som överförs från den excentriska fasen till den koncentriska. Om man inte klarar av att snabbt överföra styrkan, tappar man en avsevärd mängd energi från kraftproduktionen i amortionsfasen. (Chu och Myer 2013, s33)



Figur 6, En fots hopp med paus. (red. Myer et. al. 2004)

3.5 Rörlighet

Fysiologiska profilen för tyngdlyftare är bevisligen unik. Förutom muskelstyrka, -kraft och -koordination krävs att lyftaren har god rörlighet. Närmast sagt i ben, höft och axelpartiet. För stöt är största fokuset på flexibilitet i axelpartiet. Fry et.al., (2006) gjorde en undersökning som bevisade att tyngdlyftare har en större flexibilitet än icke lyftare. Förutom bättre flexibilitet i huk position kunde det även mätas att vinkeln av axel flexion (sagittal plan) var större än hos icke tyngdlyftare, detta illustreras nedan i *figur 7*. (Fry et.al. 2006)

TABLE 2. Performance test results for elite ($n = 20$) and non-elite ($n = 95$) junior-age male weightlifter groups (mean \pm SD).

Variable	Elite	Nonelite
Vertical jump (cm)	69.7 \pm 11.1	51.5 \pm 12.8
Vertical jump power (W)		
Mean power	1,218.1 \pm 218.6	964.8 \pm 303.1
Peak power	4,909.3 \pm 831.5	3,569.4 \pm 1,113.7
Standing long jump (cm)	263.4 \pm 21.6	212.7 \pm 34.3
Matorin jump (degrees of rotation)	557.9 \pm 197.7	436.9 \pm 155.0
Grip strength (kg)	52.5 \pm 8.1	42.2 \pm 11.1
Sit and reach flexibility (cm)	36.5 \pm 9.0	31.6 \pm 8.7
Shoulder flexion (cm)	55.6 \pm 12.8	48.1 \pm 13.6
Relative shoulder flexion	68.5 \pm 15.9	60.5 \pm 16.9

Figur 7, Tabellen visar jämförelsen av test resultat för elit tyngdlyftare och amatörer. (red. Fry et.al.2006)

4 PLANERING AV TYNGDLYFTARENS TRÄNING

För att dra maximal nytta av träning och för att nå full potential måste man planera sin träning så bra som möjligt. Som ramar för träningsplanen brukar man ha en viss tidslängd t.ex. ett år, som delas in i cykler och perioder. I tabellen ser man vilken träningsplan för tyngdlyftare. I träningsplanen ser man tre olika perioder som består av fem mesocykler. Genom att noggrant studera data och lägga upp en plan kan man optimera planen för en specifik idrottare och för specifika mål. Det är viktigt att kategorisera och anteckna volymer, tyngder, träningstimmar och träningsmetoder. Genom att analysera data och jämföra den, kan man mäta resultat och sedan korrigera träningsplanen vid behov. (Moreira et al. 2015)

4.1 Periodisering

Syftet med att periodisera träning är att optimera idrottarens utveckling. Periodisering medför ett systematiskt tankesätt till idrott. Man vill inte endast nå idrottarens maximala potential, utan även nå den vid en specifik tidpunkt. Genom att periodiskt ha olika huvud mål och syfte med sin verksamhet, optimerar man idrottarens prestation och ut-

veckling. Genom periodisering minskar man även idrottarens psykiska stress som korrelerar med skaderisk och prestationsförmåga. (Viorel och Potop, 2011)

Ett typiskt sätt att dela in träningsåret i perioder:

- **Förberedandefas**

Kan delas upp i faser som t.ex. tävlingsförberedande fas, uppehållande fas och avlastningsfas. Preparationsfasen i sin helhet är den längsta perioden. Man ämnar bygga upp basen. Det kan betyda att öka muskelmassa, styrka eller kraft. Det kan även innebära utveckling av vighet, att korrigera teknik fel och att stärka svagheter för att kunna nå en högre nivå. Man vill stärka grund egenskaperna och bygga på dem. (Viorel och Potop, 2011)

- **Tävlingsfas**

En period då repetitionsvolymen sjunker, men intensiteten ökar för att nå idrottarens maximala prestationsnivå. Tävlingsfasen kan beskrivas som fasen då man strävar till att skörda vad man sått under preparationsfasen. (Viorel och Potop, 2011)

- **Övergångsfas**

Under tävlingsfasen har idrottaren utsatts både fysiskt och psykiskt för maximal stress och utmattning. Idrottaren bör därför inte direkt övergå till en ny preparationsfas utan fokusera på att återhämta sig så bra som möjligt för att vara klar för nya utmaningar. (Viorel och Potop, 2011)

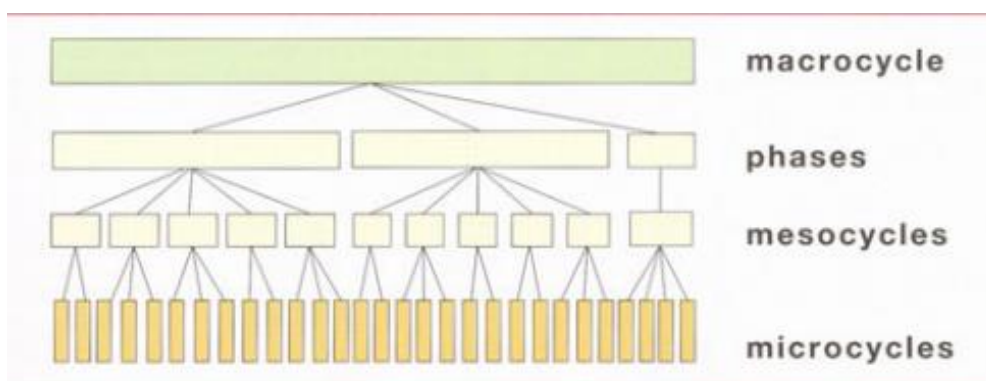
4.1.1 Lineär vs. non-lineär periodisering

Det bör nämnas att i idrottsgrenar där man skall prestera på högsta möjliga nivå, flera gånger under en makrocycel bör man periodisera non-lineärt. Det angår idrottsgrenar som fri-idrott eller lagsporter där de finns många olika tävlingar under en säsong där

man måste vara i topp form. Då har man en kortare förberedande period, som övergår till en intensivare tävlingsfas och följs efter idrottarens top-prestation av en snabb övergångs- eller avlastningsfas och efter det fortsätter man med förberedande perioden. Oftast har idrottare i vilket fall som helst ett huvud mål då man vill vara i bästa möjliga form. Det betyder att idrottaren inte är i topp form i början av tävlingssäsongen utan har kortare tävlingsfaser och längre förberedandefaser. I tyngdlyftning satsar man oftast på en absolut toppform per säsong eller makrocykel. Man kan säga att periodiseringen följer en röd tråd, det finns en kontinuitet i strukturen, då kallas den för lineär. (Hoffman, 2002)

4.2 Träningscykel

Helheten kallas för en makrocykel som oftast innefattar en tävlingssäsong. Med makrocykel menar man alltså träningsplanen från start till slut. Man brukar klassa en vecka som en mikrocykel (som i sig består av mikrostrukturer eller träningsmoment). Två eller flera mikrocykler beskrivs som en mesocykel. Som man kan se i *figur 8* är mikro den minsta beståndsdel, meso en kombination av de förstnämnda och makro beskriver helheten. Idén är att det skall ske ständig adaptation. Man vill undvika att idrottarens utveckling stagnerar. Därför gör man små ändringar från mikrocykel till mikrocykel. Man talar ofta om att ändra på tränings algoritmen. Under en mikrocykel är det oftast frågan om ändringar i volym, intensitet och vikt, (*se figur 9*). Under en mesocykel kan målet vara att t.ex. utöka muskelmassa, kraft, styrka eller att förbättra ett visst moment i lyftet. Alla mikrocykler och mesocykler inom en makrocykel har alltså en gemensam nämnare som strävar till det som är träningsplanens mål. (Hoffman, 2002)



Figur 8. Koncept av träningsplan enligt Matveyev. (red. Verkohansky Yuri, 1998)

Table 2
Example of Macrocycle Training (Macro 3)

Periods & Phases (1-5)	Wks	Work- outs	Condit./ trainings	Times a day	Sets	Reps	%	Hrs	Intensity	Volume
<i>Preparatory Period</i>										
1. Hypertrophy	2	9/wk	2/wk	1-2	5-6	2-6	70-75	2-3	low	mod
2. Transition to basic strength	2	9/wk	2/wk	1-2	6	2-6	75-80	2-3	mod	mod
3. Basic strength	3	15/wk	2/wk	2-3	5-6	2-4	80-90	2-3	mod-high	high-mod
<i>Precompetitive Period</i>										
4. Strength & power	4	15/wk	-	3-1	5-7	1-3	80-100	1-2	mod-high	mod-low
<i>Competitive Period</i>										
5. Peaking (maint.)	1	6/wk	-	1	4-6	1-3	70-80	1.5-2	mod-low	low

Figur 9, Ett extensivt exempel av en rysk tyngdlyftningsplan/makrocykel med 3 perioder och 5 mesocyklar. (red. Poletaev och Cervera 1995)

4.3 Alternativ träningsplanering

Poletaev och Cervera lyfte fram redan 1995 en idé om att basera programmering på tidigare data av tyngdlyftare och fokusera på att förbättra prestationerna av idrottaren genom att göra uträknade mål på basis av den tidigare datan, för idrottaren genom hela träningscykeln. Idén är att genom att man samlar in all väsentlig data, som t.ex. vikt, längd, ålder, erfarenhet, maximala resultat i lyft och korrelationer av data, kan man bättre planera en idrottares träning. Detta perspektiv är delvis en motsats till traditionell programmering som mer direkt baserar sig på variation av volym och intensitet. (Poletaev och Cervera, 1995)

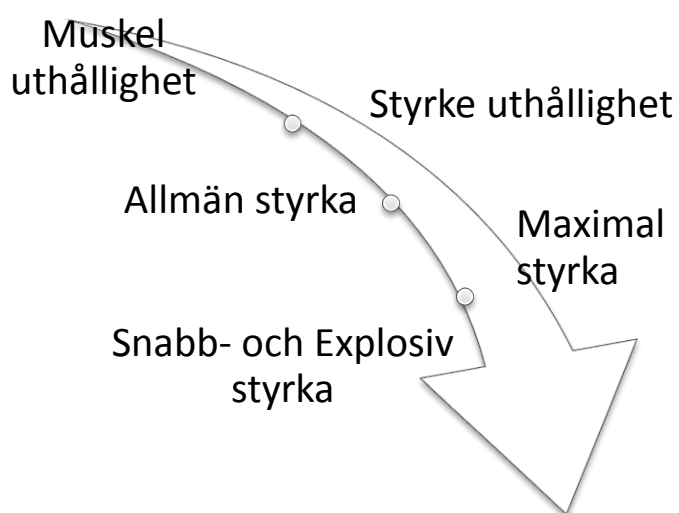
4.4 Träningsprinciper

I detta stycke tas den teoretiska delen av att nå optimal utveckling av idrottaren fram. Vilka träningsprinciper måste man välja och vilka är det effektivaste. Var börjar man och var slutar man och hur tillämpar man dessa principer.

4.4.1 Transfer av styrketräningens effekt

Överföringen av påverkan av träning till maximala prestationer kallas för transfer av träning. Processen går ut på att bygga upp en bas bestående av muskelstyrka, muskel uthållighet med hypertrofi som mål. Från basen övergår man stegvis till snabb-, explosiv- och maximalstyrka. För att transfer effekten skall lyckas måste basen kompletteras med grenspecifik träning, och tävlings prestationer d.v.s. utövandet av den rörelse i vilken den maximala prestationen ska ske. Med grenspecifik träning menas för idrottsgrenen specifika rörelser och tekniker som stärker helheten. Detta kallas för teorin om specifitet och är en viktig grundsten för transfer av träning till maximal prestation. (Lemberg och Nurmekivi 2013)

Principen för att utöka idrottarens styrka är alltså en sekvens av olika sorters styrketräning för att nå maximal adaptation, vilket i sig leder till maximal ökning av styrka. Enligt Lemberg och Nurmekivis (2013) studier kan följande sekvens, illustrerad i *figur 10* nedan, ses som en allmänt accepterad mall för optimal styrketräning:



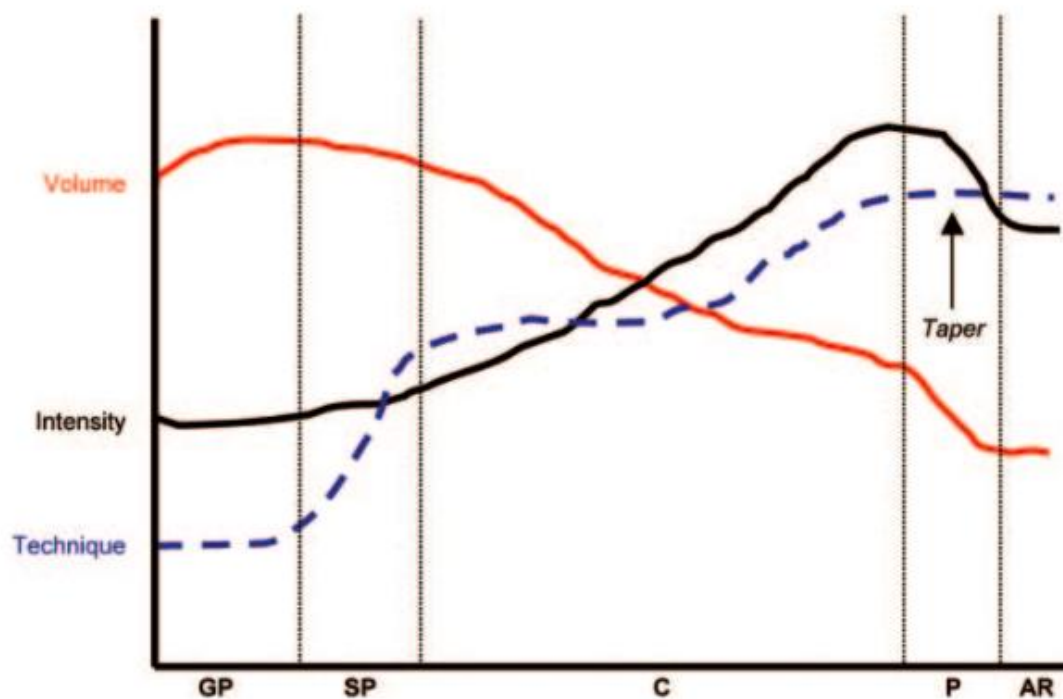
Figur 10, Illustration av allmänna sekvensen för utvecklingen av styrka baserat på Lemberg och Numerkivi, 2013.

Motiveringen för sekvensen är att en intensivare proteinsyntes, efter styrke träning korrelerar med en ökad energi kapacitet eller potential i cellen. Därför är det logiskt att tränings cykeln börjar med att utöva muskeluthållighet för att öka muskelcellernas energi

potential. Den föregående träningstypen grundar en bas för den nästa, som i sig kompletterar träningen och utvecklingen med att tillföra en mera funktionell styrketräning. Länkarna i sekvensen kompletterar alltså varandra även med att påminna om varandra vilket stärker transfereffekten. (Lemberg och Nurmekivi, 2013)

4.4.2 Träningsintensitet

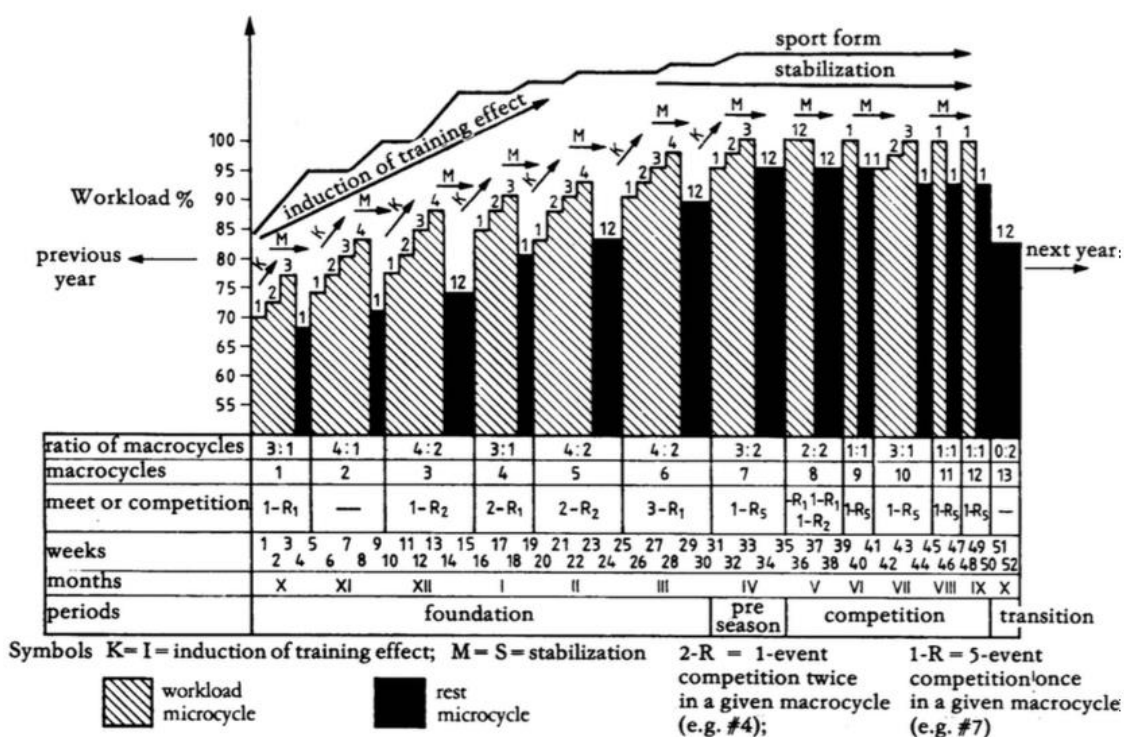
Med intensitet menas kvaliteten av ett utförande, eller om man uttrycker sig kvantitativt, kraft överföring under utförande av arbete. Arbetsvolymen korrelerar alltid med intensiteten vilket illustreras i *figur 11* nedan. Om volymen är hög är intensiteten lägre och vice versa. Detta beror på att det är omöjligt att hålla hög intensitet över en förlängd tidsperiod. (Plisk och Stone, 2003)



Figur 11. En typisk träningscykel för styrke- och kraft träning. Börjar med hög volym och låg intensitet och går mot låg volym och hög intensitet. Teknik träningen ökar mot slutet. Märkt ut på x-axeln är olika perioder i träningen. GP= bas träning, SP= idrottsgrenspecifik träning, C= tävlings period, P= topp period och AR= aktiv återhämtning.

En allmän observation om tränings intensitet som Lemberg och Nurmekivi (2013) gör i sin studie är att tränings intensiteten under en träningsperiod eller cykel bör vara ständigt ökande. Detta leder till en kontinuerlig av överföring av träningseffekter.

Plisk och Stone (2003) påpekar att undersökning påvisar att då man under en träningsperiod vill gradvis öka intensiteten görs det oftast genom att våglikt öka på belastningen. Detta illustreras i *figur 12* nedan. Höga arbetsvolymen associeras oftast med uthållighetsträning vilket i sig ger lyftaren en bättre arbetskapacitet, vilket leder till ökad transfereffekt som redan nämndes i förra stycket. Den höga arbetsvolymen följs sedan av låg volym, hög belastning och ökad intensitet. För att motverka trötthet, eventuell överträning och för att försäkra sig om positiv adaption är det ytterst viktigt att noggrant planera in olika sorters vila i alla stadier av träningsplanen. (Plisk och Stone, 2003)



Figur 12. En årlig makrocycel var belastningen (Workload) visas i procenter på y-axeln och x-axeln visar tid. Mikrocyklernas belastning ökar gradvis i ett våg liknande format. (red. Plisk och Stone, 2003)

4.4.3 Teknik

Betydelsen av en perfekt teknik för idrottaren är att denne skall kunna utnyttja sin kapacitet gällande hastighet, styrka och kraft till fullo (Verkohansky, 1998). Förutom att god teknik tillåter idrottaren att nå sin fulla potential genom effekt överföring, är det viktigt för att idrottaren inte skall skada sig (Stone et al. 2006).

4.4.4 Specifitet

Undersökning bevisar positiva effekter av träning som är idrottsgrensspecifik. Träning bör vara lik tävlings- eller maximalprestation i form av energinivå, biomekanik och koordination. (Plisk och Stone, 2013)

4.4.5 Överbelastning

Överbelastningsprincipen (*eng. overreaching*) är en av grundstenarna för att förbättra än idrottares prestationsförmåga. Det betyder att man ständigt belastar idrottaren lite mer än vad denne är kapabel att hantera. Det bör dock påpekas att överbelastning handlar om en kortvarig ökning av intensitet och volym som på följs av vilo- eller återhämtningsperioder för att kroppen skall återhämta sig. Det är alltså något som måste planeras noggrant. (Kraemer och Ratamess, 2000) Fenomenet som uppstår av väl planerad överbelastning är att den energi som förlorats på grund av träning som återfås under återhämtningsperioden är större än den ursprungliga mängden, detta kallas för superkompensation. Principen är att muskelglykogen som förlorats under träningen, fås mångfaldig tillbaka med ordentlig återhämtning och kolhydrat rik kost. Om en idrottare ständigt överbelastar sitt system och inte återhämtas leder det till ofunktionell överbelastning (*eng. non functional overreaching*), eftersom överbelastningen inte leder till positiva resultat, utan endast förlänger idrottarens återhämtning från ett par veckor t.o.m. till en månad. I extrema fall av överbelastning talar man om överträning. Överträning karakteriseras av ständig försämring av prestationer, psykiskt samt fysiskt illamående, sömnlöshet. Det kan ta från ett par månader till över ett år att återhämta sig. Ofunktionell återhämtning är ett allmänt problem och vissa undersökningar tyder på att upp till 60 % av alla topp idrottare lider av det under sin karriär. (Živanović et.al. 2010)

4.5 Skaderisk

Skaderisken är som högst i vilken som helst idrottsgren när man söker maximalt resultat och prestation. Genom noggrann planering av träning och tillräcklig kunskap kan man förebygga skador. Det är därför av ytterst stor signifikans till forskningen att behandla

skador och deras påverkan på utvecklingen av idrottarens prestationer. De följande rubrikerna behandlar olika sorters skador på ett brett spektrum. (Calhoon och Fry 1999)

4.5.1 Typiska skador

De vanligaste skadorna inom tyngdlyftning är knä-, axel- och ryggsador. Skadorna kan bero på långvarig monoton påfrestning, som t.ex. ständig extension av samma leder. Skador kan även uppstå till påföljd av vrickning, försträckning eller slag. Oftast är det frågan om skador till mjukvävnad, d.v.s. muskler, ledband och senor. På grund av tyngdlyftningens natur, vilken är långvarig, repetitiv och hög belastning, förekommer det även en hel del slitage till menisker och brosk. Det är även bevisat att frivändning och stöt leder till en större mängd skador än ryck. (Calhoon och Fry 1999)

4.5.2 Ryggsador

Tyngdlyftning kräver en hög nivå av dynamisk kraft, var ryggmusklerna fungerar som båda stabiliserande och primära verktyg. Då ryggen utsetts för hög belastning i dessa dynamiska rörelser förekommer det en risk för skada av ryggen. Det är oftast frågan om stress frakturer som kan utvecklas till diskbrock, eller att ryggradsdiskens position. Det är oftast frågan om skador som utvecklas över en längre period. (Calhoon och Fry 1999)

4.5.3 Knäskador

Tyngdlyftningens höga belastning gäller även knäleden. En av de vanligaste skadorna är knä tendinit eller patellatendinit, var det uppstår en skada i knäskålssenan som kan variera i allvarlighets grad från slitage till att senan går av. En annan är patellafemoral osteoartrit, var knäskålens brosk och troklearfåran (en fåra ovanpå femur, i vilken patellan ligger) slits. Största delen av skador som dokumenterats är alltså skador som orsakas över en längre tidsperiod, snarare än akuta skador. (Calhoon och Fry 1999)

4.5.4 Axelskador

Tyngdlyftning kan utsätta axeln för överextension i överhuvudsposition. I tyngdlyftning kan en miss i ett lyft betyda att tyngden släpps ner bakom lyftaren, vilket leder till extrem extern rotation och flexion. Extrema positioner på axelledens rörelsebana leder ofta till ostabilitet och skada. (Calhoon och Fry 1999)

4.5.5 Oxidativ stress i muskel vävnad

Det är bevisat att fysisk utmattning orsakar oxidativ stress på grund av ett överskott av reaktiva syreföreningar (eng. "Reactive oxygen species", ROS). Dessa syreföreningar är oftast s.k. fria radikaler. Skelettmuskulaturen producerar ständigt ROS för att stabilisera ostabila celler som t.ex. skadliga mikrober. Det är i princip en normal funktion av kroppens immunsystem att producera ROS. Då muskeln utmattas sker det en ökad produktion av ROS som kan vara t.o.m. 15 gånger större i hela kroppen och 100 gånger större i arbetande muskulaturen än normalt. Kroppens antioxidanter strävar till att motverka överflödet av ROS och dess skadliga påverkan. Det har bevisats att ett överflöde av ROS orsakar ökad muskelutmattning genom skada till muskel vävnad, mitokondrie dysfunktion och DNA samt RNA skador. Antioxidant enzymer motverkar fria radikalens och andra reaktiva syreföreningars skadliga påverkan. (Gammone et. al. 2014)

Sambandet mellan oxidativ stress och tyngdlyftning är oklart eftersom det inte har kunnat bevisas i undersökning. Däremot leder tyngdlyftning ofta till inflammerade muskler och till muskel skador på cellnivå. Det finns undersökningar som tyder på att det under och efter tyngdlyftningsträning uppstår ett anoxiskt(syrebrist) tillstånd i musklerna. Muskeln utsetts för ständigt arbete som leder till att behovet av blodflöde inte kan nås, det i sig leder till ett s.k. ischemi-reperfusion(otillräckligt blodflöde-återställande av blodflöde) tillstånd i muskeln, som har påvisats producera ROS. Detta bevisar att tyngdlyftning kan orsaka ROS påtvingad nedbrytning av muskelvävnad, förutom mekanisk belastning av muskelvävnad. (Uchiyama et. al. 2006)

Problemet relaterar inte till tävlingssituationer eftersom det inte hinner uppstå någon större belastning på skelettmuskulaturen under en tävlingsprestation. Problemet gäller närmare träning och dess påfrestningar på idrottaren. Om idrottaren inte återhämtar sig

från träningspassen tillräckligt fort lider utveckling av idrottarens färdigheter. Adaptionen som sker i tyngdlyftarens kropp p.g.a. fysisk utmattning kräver att idrottaren har ett avsevärt högre kalori, protein och antioxidantintag. Detta krävs för att tillfredsställa ett positivt energiutbyte. Stora mängder av antioxidanter krävs för att motverka oxidativ stress. De vanligaste antioxidanterna är t.ex. A- och C-vitamin, beta-karoten och fenolföreningar. (Gammone et. al. 2014)

5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING

Syftet med denna studie är att utreda hur tyngdlyftare kan förbättra sin prestationsförmåga i överstöt. Hur träningen skall planeras och vilka metoder som bör användas för att nå maximal utveckling. Vad är optimal träningsintensitet och frekvens för bästa möjliga resultat. Vilka effekter har planeringen av träningen, hur kan de påverka idrottaren. En hypotes som utforskas är att risk för överträning och där igenom skador ökar om träningsmetoderna och träningsplaneringen inte är adekvata. Studien är främst inriktad för elit tyngdlyftare men kan tillämpas av vem som helst som har intresse av träningsplanering för maximal prestation och vill lära sig om neuromuskulär utveckling. Arbetet riktar sig till både män och kvinnor och åldersmässigt till junior och seniorlyftare. Idén är att läsaren skall få en inblick i den tyngdlyftningsgren som är stöt, dess moment och dess krav för att utveckla sin egen, eller sina idrottares tränings och/eller tävlingsprestationer.

Frågeställningarna för studien är:

- Hur planerar man träningen för att utveckla idrottarens förmåga i överstöt maximalt?
 - Vilken roll spelar träningsintensiteten och frekvensen för utvecklingen?
 - Hur undviker man överträning?
- Vilka träningsmetoder skall man använda för att utöka tyngdlyftarens neuromuskulära styrka?

6 METOD

Arbetet är en systematisk litteraturstudie, vilket innebär att den litteratur man använder sig av skall vara aktuell inom det valda området. Det innebär även att man skall systematiskt söka, sedan kritiskt granska och slutligen sammanställa litteraturen inom referensramen. Syftet är att reda ut hur man kan utveckla och förbättra tyngdlyftarens prestationsförmåga. Bakgrunden till arbetet skall bygga på litteraturen inom området, medan resultatet av studien skall baseras på vetenskapliga tidskriftsartiklar eller vetenskapliga rapporter. Denna uppläggning garanterar en relevant studie. (Forsberg och Wengström, 2008 s.34)

Denna systematiska litteraturstudie grundar sig på modellen som lagts upp av Forsberg och Wengström (2008). En exakt och konkret plan måste uppbyggas för studien. Skribenten måste kunna motivera och formulera problemfrågeställningar som forskningen svarar på. Då datasökningen görs måste skribenten enkelt kunna välja artiklar på basis av sin plan. (Jacobsen, 2003 s.180) Fören man påbörjar litteratursökningen skall man formulera en sökstrategi och välja sökord. Efter det skall man bestämma sökorden och sökstrategin, varefter litteratursökningen kan börja. Då man sedan väljer vilken litteratur som skall inkluderas till arbetet måste man granska dem kritiskt och bedöma dem enligt formulerad skala. Efter att man analyserat materialet skall allt sammanställas och dras samman. (Forsberg och Wengström, 2008 s. 35)

En studies validitet grundar sig på reliabilitet. Detta innebär att uppläggnings och analysen inte förvränger resultatet, d.v.s. att man mätt det man avsett, att resultatet grundar sig på fakta och att resultatet går att generalisera. Detta är förutsättningen för att ett urval av artiklar kan ske. (Jacobsen, 2003 s.304) Mätmetodens förmåga att komma fram till samma resultat i alla relevanta studier är förutsättningen för studiens reliabilitet. (Forsberg och Wengström, 2008 s. 111) De inkluderade vetenskapliga artiklarna i denna studie svarar på forskningsfrågorna och därför är studien valid. De inkluderade artiklarna har kvalitetsgranskats för att försäkra en hög reliabilitet.

6.1 Urval

En systematisk litteraturstudie kräver att skribenten bör presentera inklusions- och exklusionskriterier för sitt urval av vetenskapliga artiklar. På detta vis kan man försäkra sig om att urvalet är väsentligt. (Forsberg och Wengström 2008, s.101)

Inklusionskriterierna för artiklarna är:

- Det skall handla om att förbättra eller utveckla tyngdlyftarens prestationsförmåga.
- Materialet skall i första hand vara empiriska studier, men även litteraturstudier kan inkluderas om de är väsentliga.
- Eftersom denna systematiska litteraturstudie är avgränsad till tyngdlyftning är det av ytterst stor signifikans att inkluderade artiklar som innefattar tyngdlyftning. Eftersom området är något snävt inkluderades även artiklar som handlar om denna studies forskningsfrågor, d.v.s. utveckling av idrottarens neurologiska egenskaper och om träningsplanering.
- Artiklarnas publicerings tidpunkt och språk avgränsas icke, eftersom det är av stor betydelse att få en så omfattande bild av ämnet som möjligt.
- Artiklarna är etiskt korrekt utförda.

Exklusionskriterier för artiklarna är:

- Artiklar om mental träning, teknikträning eller träning som inte berör tyngdlyftning eller forskningsfrågorna.
- Träningsplanering för lagsport.
- Avgiftsbelagda studier.
- Studier om näring och kost.
- Studier om doping och andra prestationsförbättrande preparat.
- Åldersgruppen är begränsad till juniorer och seniorer. Veteran idrottares utveckling är betydligt avvikande och har därför exkluderas.

- Ingen begränsning har gjorts när det gäller kön. Det är inte av signifikans i denna studie.

6.2 Litteratursökning

Litteratursökningen ägde rum från hösten 2014 fram till våren 2016. Jag sökte information i Arcada och på distans hemifrån. Databaser som inkluderats var; EBSCOhost, CINAHL, Academic search elite, Pubmed, Sportdiscus, GreenFile och google scholar. Sökorden var på engelska för att få så många träffar som möjligt. Sökord som användes var: Weightlifting, training cycle, periodization, plyometrics, speed strength, overtraining, neuromuscular power. Jag valde till en börjar artiklar med att läsa titel och abstrakt för att se ifall de är relevanta till syftet och frågeställningen. Det var en nödvändig process för att försäkra mig om att inte odsla tid på artiklar som inte fyllde inklusionskriterierna eller som inte svarade eller stödde mina forskningsfrågor. Artiklarna som blev över kvalitetsgranskades enligt Forsbergs och Wengströms (2008) kriterier för systematiska litteraturstudier.

Tabell 1. Sökord i databaser

Sökord	Träffar EBSCO	Träffar Scholar	Valda artiklar med sökordet
Weightlifting	534	26,600	15/16
Weightlifting AND neurological strength	8	18,800	5/16
Weightlifting AND training cycle	10	24,700	8/16
Weightlifting AND design	83	11,500	2/16
Weightlifting AND Plyometrics	14	8,600	3/16
Weightlifting AND Jerk	34	17,800	1/16
Speed strength	1003	4 004 000	3/16
Neuromuscular power	115	218,000	7/16
Overtraining AND Weightlifting	2	18,900	1/16

Sökmotoren var avgränsad till "peer reviewed" och "full text" sökmetoden var Booleansk.

6.3 Kvalitetsgranskning

Kvalitetsgransknings modellen jag använde mig av grundar sig på Forsbergs och Wengströms (2008) kvalitetsgranskning för kvantitativa artiklar. På grund av mitt urval av artiklar har ja ändrat inklusions frågor för artiklarna, men ändå så att de innehåller de relevanta frågorna för en systematisk litteraturstudie: syftet, frågeställningarna, design, urval, mätinstrument, analys och tolkning. (Forsberg och Wengström, 2008 s.122-123)

Åtta frågor för kvalitetsgranskning:

1. Är syftet relevant?
2. Är studien utplagd på sådant sätt att det är möjligt att bekräfta eller förkasta hypotesen eller frågeställningen?
3. Finns det en försöksgrupp? om det finns, är den representativ och tillräckligt stor?
4. Finns det en godtagbar kontrollgrupp?
5. Redovisas alla väsentliga uppgifter?
6. Är det troligt att oönskade eller ovidkommande faktorer inte kan ha påverkat resultatet?
7. Är analysen beskrivande och förklarar den resultatet begripligt?
8. Är konklusionerna baserade på hypotesen, resultatet och diskussionen?

(Forsberg och Wengström 2008)

Artiklarna fick ett poäng per JA som besvarades. Artiklar med högt värde ligger mellan 7-8 poäng, artiklar med 5-6 poäng klassas som medelvärdiga och artiklar som har 4 poäng eller mindre graderas som låg värdiga. Artiklarna med högt och medel värde inkluderas i arbetet och artiklarna med lågt värde exkluderas. (Forsberg och Wengström 2008, s.122-125)

Tabell 2. Kvalitetsgranskning av inkluderade artiklar

Artikel	1	2	3	4	5	6	7	8	Bedömning
Viorel, 2011	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	7 - Högt
Hartman et. al., 2007	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
González-Badillo et.al. 2006	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Nederhof et.al. 2006	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Halson,2014	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	JA	6 - Medel
Taylor et.al., 2012	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	7 - Högt
Chiu och Schilling, 2005	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	JA	6 - Medel
Henneman et al. 1965	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	7 - Högt
Wallace och Janz, 2009	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	JA	6 - Medel
Adams et. al. 1992	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Kawamori & Haff, 2004	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	JA	6 - Medel
Newton och Kraemer, 1994	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	JA	6 - Medel
Haff et.al., 2005	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Twist et.al. 2008	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Behm och Sale, 1993	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
Häkkinen et al. 1987	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	8 - Högt
	16/16	16/16	11/16	8/16	16/16	16/16	16/16	16/16	Medeltal: 7.19

6.4 Etik

Vetenskapsrådet har strikta riktlinjer för hur en systematisk litteraturstudie skall övervägas. Plagiat, fabricering av data, samt förvrängning av data är strängt förbjudet. (Forsberg och Wengström, 2008) Jag har noggrant gått igenom de artiklar ja har valt för att se till att de uppnår etisk standard.

7 RESULTAT

I denna del besvarar jag min frågeställning med hjälp av inkluderade artiklar. Träningsplanens och träningsmetodernas påverkan på utvecklingen av överstöt hänger starkt ihop och överlappar. Resultat delen försöker svara på hur man kan maximera neuromuskulär styrka. För klarhet och för att underlätta tolkningen delas resultatet i underrubriker. Nedan presenteras (tabell 3) först de inkluderade artiklarna.

Tabell 3. Presentation av inkluderade artiklar

Artikel	Syfte	Design	Urval	Metod	Resultat och Slutsatser
Viorel, M. Determining the level of technical and specific physical training in performance weightlifting. 2011	Att utreda sambandet mellan specifik fysisk träning och teknisk träning för maximal prestations förbättring i tyngdlyftning	Kvasi-experimentell studie	9	Monitorering av 9 elit tyngdlyftare över ett års tid.	Studien fann att testgruppens resultat ökade eftersom tekniska träningen frånskildes den fysiska träningen. Detta förbättrade kvalitén av träningen, vilket i samband med den ökade frekvensen förbättrade tränings resultaten.
Hartman et. al. Comparisons Between Twice-Daily and Once-Daily Training Sessions in Male Weight Lifters, 2007	Att jämföra fysiologiska reaktioner på idrottare med samma träningsvolym, men som tränar engång i dagen gentemot sådana som tränar två gånger om dagen.	Kvasi-experimentell studie	10	De analyserade två randomiserade kontrollgrupper	Gruppen som gjorde två träningspass testade bättre på isometrisk knäleds styrka och elektromagnetiska respons än kontrollgruppen med en träning.
Gonzalez-Badillo et.al., Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. 2006	Att studera ifall låg, medel eller hög - träningsintensitet är effektivast för att utveckla tyngdlyftarens maximala styrka	Kvasi-experimentell studie	29	De analyserad tre olika grupper av elit tyngdlyftare.	Studien fann att gruppen med medelintensitet fick de största positiva förändringarna i max styrka.

Henneman et.al., Functional significance of cell size in spinal motoneurons 1965	Att förklara cellens storleks signifikans.	Kvasi-experimentell studie	35	35 test subjekt vars impulser mättes	Cellens storlek är av betydelse för dess egenskaper
Nederhof et.al., Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome, 2006	En studie för att utreda ifall psykomotorisk hastighet kan användas som en tidig markör för överträning.	Meta analys	250	Analys av tidigare empiriska studier	Studien ger antydande till att man kan använda sig av psykomotoriska test för att upptäcka överträning, men vidare undersökning behövs
Halson, Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes, 2014	En samling av data gällande överträning och dess implikation på träningsplanering.	Meta analys	-	Sammanfattning av tidigare forskning.	Studien klargör att det inte finns definitiva metoder för att mäta överträning. Nyare, mer vetenskapliga metoder har gett positiva resultat, men de krävs mera test.
Taylor et.al., Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends 2012	En enkät skickades ut till elit tränare för att få reda på vilka metoder som används för att monitorera idrottarens träningsvolymer.	Kvasi-experimentell studie	55/100	Enkät(online) 55 % svarsprocent.	Studien fann att största delen av tränarna använder sig av självmonitorering och endast få av vetenskapliga metoder
Chiu och Schilling, A Primer on Weightlifting: From Sport to Sports, 2005	Översikt av rådande tränings metoder och av biomekaniken inom tyngdlyftning.	Icke experimentell studie	-	Översikt av data/teori	Studien fann att träning med hög belastning och hög hastighet och vid svaga ledvinklar utökar lyftarens kraft potential, samt styrka.
Haff et.al., Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women olympic weightlifters, 2005	En studie för att utreda ifall man kan testa den relativa nivån av idrottarens neurologiska, fysiska och psykiska färdigheter.	Kvasi-experimentell studie	6	Sex stycken kvinnliga elit lyftare studerades under	Studien fann att vertikala hopp test och isometrisk styrke test kan fungera som evaluering av idrottarens neurologiska färdighet och kan användas regelbundet för att monitorera för överträning
Kawamori och Haff, The optimal training load for the development of muscular power, 2004	En översikt av litteratur om optimal träningsbelastning för maximal kraftutveckling.	Icke experimentell studie	-	Översikt av litteratur	Studien fann att det bästa resultatet fås då träningsbelastning monitoreras ständigt. Vidare forskning krävs för definiering av optimal belastning för maximal kraft utveckling

Wallace och Janz, Implications of motor unit activity on ballistic movement, 2009	En översikt om den neuromuskulära kapaciteten och hastigheten av kraftutveckling i olika rörelser	Icke experimentell studie	-	Översikt av litteratur	Studien bevisar att det neuromuskulära systemet reagerar på olika sätt till olika hastigheter av rörelse. En kombination av ballistiska och tyngdlyftnings rörelser rekommenderas för maximal utveckling av tyngdlyftaren.
Adams et.al., The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. 1992	Att jämföra tre olika träningsprogram: plyometrisk, knäböj och en kombination av båda	Randomiserad kontrollerad studie	47	Tre olika grupper av idrottare i styrke/kraft grenar studerades i sex veckor och testades för explosiv styrka genom vertikal hopp test.	Studien fann att kombinationen av plyometrisk träning och knäböj hade största effekten på nedre extremiteternas kraft produktion.
Newton och Kraemer, Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy, 1994	En översikt av egenskaper som påverkar kraft utveckling.	Icke experimentell studie	-	Översikt av litteratur	Studien fann att idrottarens kraft produktions förmåga har största förutsättning att förbättras genom mångfasetterad träning var alla kraft domän är lika utvecklade
Twist. et.al., The effects of plyometric exercise on unilateral balance performance, 2008	Syftet med studien var att testa plyometrisk övningars neurologiska effekt och återhämtnings tid.	Randomiserad kontrollerad studie	9	Testgruppen utförde 200 djuphopp varefter man mätte neurologiska systemets återhämtning.	Studien fann att testgruppens balanssinne var nedsatt. Tillräcklig återhämtnings tid i planering av träningsprogram är väsentlig för utveckling och för att undvika skador.
Behm och Sale, Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response, 1993	Syftet var att finna hur den egentliga gentemot den avsedda hastigheten av en rörelsebana påverkar kraftutveckling.	Randomiserad kontrollerad studie	16	Testgruppen utförde rörelser vid olika hastigheter och belastningar	Studien fann att den avsedda hastigheten av rörelsen är av betydelse och således rekommenderad eftersom den sammansatta nyttan av hastighet och belastning blir större.
Häkkinen et al. EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1-year training period in elite weight-lifters. 1987	Syftet var att se hur variation av träningsmetoder påverkar tyngdlyftarens prestationsförmåga	Icke experimentell studie	9	13 Tyngdlyftare monitorerades under ett år	Studien fann att träningsintensiteten påverkar idrottarens neuromuskulära förmåga och att möjligheten för styrke ökning hos elitnivå lyftare är liten

7.1 Träningsplanens frekvens och intensitet

Hartman et.al. (2007), observerade en ökning av träningsfrekvens hos elit tyngdlyftare och undersökte sedan påverkan av detta genom att jämföra två kontrollgrupper. Ena gruppen tränade engång per dag och den andra två gånger per dag. Totala träningsvolymen hos grupperna var den samma. Statistisk analys påvisade att gruppernas test nivåer före programmet inte hade några större skillnader. Efter sluttestet fann man att gruppen som tränat två gånger per dag hade en avsevärt större utveckling av isometrisk styrka i knäleden, neuromuskulär aktivering, testosteronnivå, positivt testosteron kortisol förhållande. Dessa fynd tyder på att en ökad tränings frekvens, utan ökning av träningsvolym kan ha en positiv effekt på träningsresultaten. Dessutom påpekas att detta även ger antydande till att risken för överträning minskar. (Hartman et al. 2007) González-Badillo et. al. (2006), fann i sina empiriska studier av unga elit nivå tyngdlyftare att intensiteten spelar en roll för utveckling av tyngdlyftare. Undersökningen befattade tre olika kontrollgrupper som tränade på tre olika intensitetsnivåer. Gruppen med medel intensitet var den som fick bästa resultat. Undersökningen bevisar att de är effektivt att träna med hög intensitet, men endast fram till en viss punkt. Enligt González-Badillo et. al. (2006) undersökning var den optimala punkten en relativ medel intensitet av 79 % av maximal prestationen. Undersökningen fann att det inte är effektivt för unga elitidrottare att träna på en intensitet som är 90-100% av maximala kapaciteten, utan det kan även vara skadligt. Från González-Badillos (2006), undersökning om träningsintensitet dras också slutsatsen att överträning och överbelastning inte leder till positiva resultat i utveckling av tyngdlyftarens egenskaper. González-Badillo et al. (2006) påpekar även att högintensitetsgruppen i denna studie hade högatränings volymer vilket kan anses påverka negativt på neurologisk- och celladaptation. Träningsprogrammet med medel intensitet rekommenderas för elit tyngdlyftare och kan ses i bilaga 1. (González-Badillo et.al. 2006)

7.1.1 Träningsmetoder: specifik träning och variation av träning

Viorel (2011) bevisar i sin studie att träning som består av ett optimalt samband av prestations specifika rörelser och teknisk träning leder till ökad tävlingsprestation. Detta i

sig är enligt Viorel (2011) än ändring från den traditionella modellen då man tränade med att använda sig av tävlings lyft i olika vikter. Genom att implementera ett program av prestationsspecifik styrketräning och teknisk träning för 9 professionella tyngdlyftare, som varade i två år och bestod av flera makrocykler bevisar Viorel (2011) att styrketräning med specifika moment av själva lyften och tekniska detaljer leder till en större ökning av maximala prestationer än tidigare påvisats. Detta tyder på att idrottaren har nytta av att spjälka utförandet till mindre delar föra att kunna utveckla helheten. (Viorel, 2011) Newton och Kraemer (2004) lyfter, lika som Viorel (2011) fram att det viktigaste för tyngdlyftarens utveckling är variation i träningen. Det betyder inte att träningen inte skall vara prestations enlig, utan tar snarare i beaktande risken med att träna för monotont. Samma rörelse banor, belastningar, intensitet och hastigheter kan bränna ut lyftaren både mentalt och fysiskt. Resultatet är överträning. Träningen får dock inte vara för ospecifik utan måste likna tävlingsmomentet. I detta fall måste träningen alltså vara lik överstöts prestationen. Det betyder att man kan variera intensitet, belastning och volym enligt lyftarens behov och svagheter. (Newton och Kraemer, 2004) Viorel (2011) nämner ytterligare att då man tränar större helheter och inte splittrar träningen till mindre moment överser man lyftarens svagheter och stärker dess styrkor vilket slutligen leder till stagnerad utveckling och ökad skaderisk. Kroppen söker sig till att använda sig av sina styrkor för att kompensera svagheter. (Viorel, 2011)

7.1.2 Träningsplanering, -metoder och -monitorering för att undvika överträning

Enligt Halson (2014) finns det, trots extensiv forskning och återkommande empiriska test inget definitivt och pålitligt sätt att monitorera för överträning hos topatleter. Idén i själva träningsplaneringen är att variera träningen enligt mål och för att önskad adaptation skall ske. Eftersom man inte har kunnat exakt mäta nivån av utmattning och dess korrelation med överträningssymtom är det ett problem för idrottare och tränare som vill maximera idrottarens prestationsnivå. (Halson, 2014) Metoder för att monitorera hur idrottaren påverkas av träningen och dess popularitet undersöktes i Australien och Nya Zeeland av Taylor (2012). De vanligaste metoderna var självmonitorering med hjälp av evalueringsenkäter och fysiska test (t.ex. maximal prestation, kvickhet och styrka). Dessa test gjordes endera dagligen, varje vecka eller engång i månaden. Mer ovanligt

var mätning av hormonella nivåer samt skelettmuskulaturen och ändringar i dessa. Endast en idrottare i undersökningen använde sig av mätning av vilopuls. (Taylor et.al., 2012)

Dock tyder undersökningen som Halson (2014) fann i sin artikel att forskning och popularitet av monitorering av överträning har ökat signifikant. Dessutom tyder undersökning på att man använder sig av allt mer vetenskapliga metoder. Undersökningen har inte lyckats att profilera exakta metoder för specifika idrottsgrenar eller träning på grund av att individuella skillnader hos idrottare varierar och gör undersökningen av optimala monitorerings verktyg svårare. Andra påverkande faktorer är de mer precisa och vetenskapliga mätninginstrumentens höga pris, portabilitet, svårigheten att tolka resultaten och att de tar för länge att få mätresultaten. (Halson, 2014)

Trots att Halson (2014) något negativt ser på möjligheterna att monitorera överträning har Nederhof et al. (2006) och Haff et al. (2005) gjort undersökningar om att monitorera överträning. Nederhof et.al. (2006), gjorde en undersökning för att skapa en tidig markör för att upptäcka överträningssymptom hos idrottare. Hypotesen var att den psykomotoriska responsförmågan hos övertränade idrottare är försämrad. Genom att testa den psykomotoriska responstiden kunde man i ett tillräckligt tidigt skede identifiera överträning eller ofunktionell överbelastning. Tidigare har det bevisats att idrottare som lider av överträning eller ofunktionell överbelastning visar försämrat minne, koncentrations svårigheter samt nedsatt kognitiv förmåga. En tröskel för när idrottarens kognitiva förmåga är så pass nedsatt att de korrelerar med skadliga effekter är ännu oklar och kräver ytterligare undersökning. Undersökning påvisar ändå att fysisk stress korrelerar med psykisk stress, individer som upplever social stress eller arbetsrelaterad stress har en större sannolikhet att drabbas av överträning eller ofunktionell överbelastning. (Nederhof et.al. 2006) Enligt Haff et.al. (2005) kan man med hjälp av att mäta vertikala hopp test och isometriska test, åstadkomma ett pålitligt resultat om idrottarens neurologiska färdighet för maximal prestation. En hög frekvens av tävlingslyft och maximala prestationer under träningsperioden kan leda till överträning, men är samtidigt ytterst nyttiga för utvecklingen av lyftaren. Därför är det viktigt att kunna hitta den korrekta balansen i träningen och kunna testa idrottaren för att försäkra sig om att denne inte lider av överträningssymtom. Testet mäter effekt-hastighet sambandet, alltså hur snabbt lyft-

taren kan producera kraft och hur testresultatet korrelerar med det projicerade värdet. Det projicerade värdet räknas från lyftarens tidigare resultat. (Haff et.al., 2005)

7.2 Neuromuskulär träning för att utveckla överstöt

En grundläggande förståelse om hur det neuromuskulära systemet reagerar och anpassar sig till olika sorters stimuli kan vara en avgörande faktor i tyngdlyftning, som kräver explosiv förmåga. Idrottarens förmåga att ge ut en maximal effekt så fort som möjligt är avgörande. (Wallace och Janz, 2009) Tyngdlyftare mäter oftast högre än andra idrottare i explosivitet, muskelcellrekrytering och neurologiskeffektivitet. Detta antyder att tyngdlyftnings rörelser i sig redan leder till en hög nivå av neuromuskulär förmåga. Det betyder att nuvarande träningsplaner redan har en ytterst hög nivå av neuromuskulär träning. (Chiu och Schilling, 2005)

7.2.1 Utökning av muskelns kraft förmåga

Eftersom muskel kraften är en av de viktigaste och mest avgörande faktorerna i överstöten, tyngdlyftning och all explosiv rörelse är det viktigt att förstå hur man kan utveckla den. Muskel kraft består av effekt och hastighet. Båda komponenterna måste således beaktas i träningen. Effekt och hastighet är dock beroende av varandra och kan således inte helt separeras från varandra i träningen. (Kawamori och Haff, 2004)

En studie av Häkkinen et al. (1987) fann att låg tränings intensitet har en negativ effekt på neurologisk aktivering av musklerna. I studierna fann man att redan en liten ökning av intensiteten korrigerade situationen. Däremot är det omstritt vad den optimala belastningen för att nå maximal kraftförmåga är (Kawamori och Haff, 2004; Newton och Kraemer, 1994). Undersökning (Kawamori och Haff, 2004; Behm och Sale, 1993; Newton och Kraemer, 1994) tyder på träning med en vikt var den största möjliga effekten och hastigheten uppstår, d.v.s. var den högsta samtliga effekten och hastigheten nås. Enligt Kawamori och Haff (2004) är det vid en tyngd som är 30-45% av lyftarens maximala prestation (1RM) och för att utveckla den bör man träna omkring denna belastning. Annan undersökning tyder på att träning med hög effekt och lägre hastighet generera en större kraftutgift. Vi talar om träning med över 80 % av 1RM. Tankegången

följer Henneman et al. (1965) "size-principle" av vilken en implikation är att olika sorters belastning aktiverar olika sorters muskel fiber. Lägre belastning rekryterar långsamma uthålliga fibrer och tyngre belastningar snabba effektiva muskel fibrer. (Henneman et al. 1965) Eftersom Kawamori och Haff (2004) inte lyckas påvisa att den ena metoden är bättre än den andra rekommenderas att individuellt använda sig av båda metoderna och se vilken som lämpar sig idrottaren bättre. (Kawamori och Haff, 2004)

Behm och Sale (1993) utförde en undersökning var de fann att idrottare kan utöka sin kraft förmåga vid höga hastigheter genom att försöka utföra en snabb rörelse med en tung belastning, vilket i praktiken blir en låg hastighets rörelse. Istället för att utföra hög hastighets träning med låg belastning, kan man med en högre belastning göra samma sak och nå samma höga frekvens av rekrytering av motoriska enheter. Således drar man även nytta av den högre belastningens hypertrofiska effekt, vilket i sig ökar kraft egenskaperna av idrottaren. Författarna påpekar ändå att man måste gradvist och varsamt introducera träningsmetoden för att undvika skaderisken som uppstår av att explosivt flytta en större vikt. (Behm och Sale, 1993) Häkkinen et. al (1987) fann i sin studie att potentialen för utveckling hos elit idrottare är begränsad och sätter hög värde på neurologisk träning och tränings intensitet.

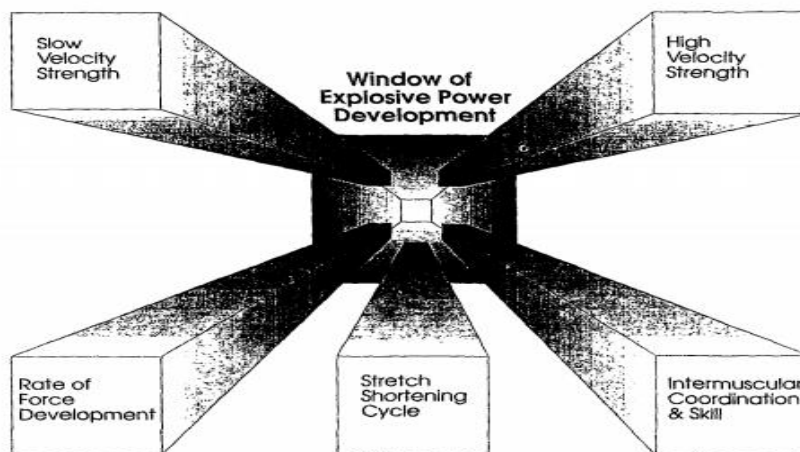
7.2.2 Plyometrins inverkan på utvecklingen

Enlight Chiu och Schilling (2005) associeras plyometriska övningar ofta med skador, närmare sagt eftersom landningsmomentet utsätter knä- och höftleden för höga krafter och kan således ofta undvikas i träningsprogram för elit tyngdlyftare. Adams et.al. (1992) fann i sina empiriska test att ett träningsprogram bestående av en kombination av tyngdlyftning (knäböj) och plyometrisk träning ökar på höft och lår kraft avsevärt mer än endast träning av någondera. Styrketräningen ökar alltså muskel styrkan och den samtida plyometriska träningen ökar på rekryteringen av styrkan för att skapa explosivitet. Plyometriska träningen är alltså länken mellan effekt och hastighet vilket resulterar i kraft. (Adams et. al, 1992) Twist et.al. (2008) fann i sin studie att idrottarens neuromuskulära kontroll (t.ex. balans) avtar för upptill 24 timmar efter ett plyometriskt träningspass. Därför är det viktigt att se till att man undviker krävande och högt belastande trä-

ningspass efter ett plyometriskt träningspass. Undersökning visar att plyometrisk träning kan hjälpa till att stabilisera leder och ledvinklar och på detta sätt minska skaderisken, men man måste vara mån om att ge tillräcklig återhämtningstid åt idrottaren för att undvika skador pga. nedsatt neuromuskulär kontroll. (Twist et.al. 2008)

7.2.3 Balans av träningsmetoder för maximal utveckling av kraftproduktion

Enligt Newton och Kraemer (1994) måste man beakta balansen av träningsmetoder för att optimera lyftarens explosiva kraftproduktion. Därför är det ytterst viktigt att lyftaren har ett mångfasetterat träningsprogram. Om lyftaren är avsevärt starkare i något domän än ett annat kan detta hindra dennes optimala kraftproduktion och således måste de andra domänerna tränas ikapp. Nedan är en redigerad figur av Newton och Kraemer (1994) i vilken det sk. *kraftfönstret* med dess olika domän demonstreras.



Figur 14, Illustrerar fönstret för adaption av explosiv kraft (red. Newton och Kraemer, 1994)

Newton och Kraemer (1994) visar till exempel att maximal styrketräning kan försämra lyftarens förmåga till explosiv kraft om den inte kombineras med explosiv träning vid lägre belastning. Tyngdlyftning kräver även att lyftaren koordinerat jobbar excentriskt, koncentriskt eller isometriskt med agonist- och antagonistmusklerna. Kraften måste produceras fort och således ökar signifikansen av SSC. (Newton och Kraemer, 1994)

8 DISKUSSION

I detta kapitel kommer jag att diskutera resultaten samt valet av metod. Det viktigaste resultatet gällande planering och metoder, enligt min undersökning, var att undvika för hög utmattning genom att monitorera idrottaren noggrant, uppmärksamma dennes styrkor och svagheter, träna mångsidigt och ofta, med själva tävlingslyftet som utgångspunkt och med medel/hög intensitet. För maximal neurologisk utveckling fann min studie att träna med hög belastning och medelhög intensitet och att komplettera träningen med plyometrisk träning kan anses ha en positiv inverkan.

8.1 Resultatdiskussion

8.1.1 Planeringens och metodernas signifikans

I frågan om planeringens betydelse för att utveckla prestationen kom det ständigt fram betydelsen av variation och specificitet av träningen. Motiveringen är att man måste kunna utveckla tyngdlyftarens egenskaper jämnt för att inte stagnera i utvecklingen och för att undvika överträning. Tyngdlyftarens träning måste kunna spjälkas ner i små delar för att alla svagheter och styrkor kan igenkännas och hanteras med. (Newton och Kraemer, 2004; Viorel, 2011) Detta korrelerar bra med min teoretiska referensram om att planera träningen så bra som möjligt och monitorera och analysera data för att kunna variera träningen. (Moreira et al. 2015)

Intensiteten i träningsrörelserna skall vara hög, men inte allt för hög (González-Badillo et al., 2006). Enligt González-Badillo (2006) mättes 79 % av 1RM att vara en optimal belastning för bästa utveckling. Andra studier Twist et.al, (2008); Kawamori och Haff, (2004); Haff et.al, (2005); Taylor et.al, (2012); Häkkinen et.al, (1987) korrelerar med detta fynd genom att påpeka att en för hög intensitet är viktig för kraftutveckling men i kombination med för hög volym kan den orsaka överträning. I teoridelen lyftes signifikansen av intensiteten fram och att den skall kontinuerligt ökas under en träningsperiod (Lemberg och Nurmekivi, 2013).

Undersökning av Halson (2014) och Taylor et. al (2012) påvisar att de finns orsak att vidare forska mer vetenskapliga metoder för att monitorera överträning och att ständig monitorering av träningen förespråkas för att undvika överträning och för att uppdatera träningsplanen. Ett alternativ som lyftes fram två gånger i resultaten var monitorering av idrottarens psykomotoriska responstider, en nedsatt förmåga tyder på att idrottaren inte har återhämtat sig. (Nederhof et.al., 2006; Kawamori och Haff, 2004) Ett annat alternativ var att mäta överträning genom vertikala höjd hopps test eller andra fysiska test Även här kan en nedsatt förmåga tyda på överträning. (Haff et al. 2005; Hartman et al. 2007) Dessa fynd stöds av teorin Zivanovic et al. (2010) som konstaterar att onfunktionell överbelastning (överträning) är skadligt för utveckling av idrottaren och det bör monitoreras noggrant för att undvikas. Problemet signifikans framkommer i teoridelen genom undersökning om att en för stor fysisk utmattning, från vilken idrottaren inte kan återhämta sig skadar muskelvävnad på grund av ett överskott av reaktiva syreföreningar(ROS). (Gammone et al. 2004)

8.1.2 Neurologisk utveckling

För att utveckla den explosiva styrkan, med andra ord kraft produktionen, som definieras som effekt x hastighet = kraft, krävs att styrka och hastighet tränas. Med effekt menar man lyftarens styrkepotential, som i samband med hastighet resulterar i kraftpotential vilken mäts i watt (W). Man kan åstadkomma höga nivåer av effekt på många olika sätt och vid många olika hastigheter. Men optimala kombinationen av hastighet och effekt resulterar påvisligen i flera rekryterade motoriska enheter vilket leder till största möjliga kraft. (Newton och Kraemer, 1994; Chu och Schilling, 2005) Häkkinen et al. (1987) ser att kraftpotential för elitlyftare är ytterst begränsad och det höjer signifikansen av korrekt neurologisk träning. Frågan är då vilken som är den optimala kombinationen. Enligt Behm och Sale (1993) är det den avsedda hastigheten av rörelsen som avgör dess potential, således kan belastningen vara hög eftersom det främjar andra kraft domän, som styrka. Andra studier tyder också på att träning med en hög belastning är fördelaktigare än med en lätt belastning. (Halson, 2014; Chu och Schilling, 2005) Aktion-myosin kedjans kapacitet är begränsad och således kan icke en enskild motorisk enhets hastighet öka över en viss hastighet, därför måste istället flera motoriska enheter rekryteras för att öka kraft produktionen. Muskelns tvärsnittsyta storlek och muskelfi-

bertypen leder till ökad kraftpotential. (Cormie et al. 2011) Dock måste påpekas, som redan tidigare nämndes, att idrottaren och/eller tränaren bör vara varsam om att höginintensitets träning kan leda till överträning. (González-Badillo et al., 2006)

Plyometrisk och ballistisk träning förbättrar idrottarens neuromuskulära förmåga, vilket innebär att denne kan snabbare byta från koncentrisk till excentrisk rörelse, har bättre kontroll över enskilda musklers aktivering och de-aktivering, snabbare rekrytering av motoriska enheter och bättre SSC förmåga. En kombination av plyometrisk eller ballistisk träning och styrke träning kan anses vara fördelaktigt för en tyngdlyftare eftersom den bevisligen förbättrar idrottarens kraft produktion. (Adams et.al., 1992; Wallace och Janz, 2009) Dock måste påpekas att undersökning har även bevisat att plyometrisk och ballistisk träning kan resultera i ledsador (Chiu och Schilling, 2005). Dessa fynd bekräftar teoridelens påstående om att träning av SSC, genom bl.a. plyometri eller motsvarande träning stärker avsevärt idrottarens förmåga till ökad kraftpotential (Chu och Myer 2013; Verkohansky 2012; Pire, 2016).

På basis av min undersökning kan man påstå att själva träningsmomenten skall till största delen bestå av lyft som påminner eller är själva tävlingsmomentet, d.v.s. överstöt. Som komplettering kan man tänka sig att använda sig av ballistiska eller plyometriska övningar för att öka lyftarens explosiva färdigheter. Den största utvecklingen i lyftarens prestationsförmåga nås genom noggrann planering, en hög intensitet med en relativt hög belastning (runt 80 % av 1RM). Träningen bör vara varierande och mångfasetterad. Den bör omfatta moment som främjar styrka av olika hastigheter, neuromuskulär kontroll och precision, snabb rekrytering av kraft och explosivitet (SSC), samt noggrann monitorering av lyftarens färdigheter samt fysiska tillstånd.

Studien svarar bra på syftet och forskningsfrågorna får tillfredsställande svar. Det bör ändå påpekas att bristen på vetenskaplig litteratur gällande överstöt ger upphov till att ifrågasätta relevansen av rubriken och forskningsfrågor gällande överstöt. Man kunde korrigera rubriken till "Utveckling av lyftarens prestationsförmåga". Studien skulle bli mer omfattande och kräva ett grundligt omskrivande av teoridelen och resultatanalysen och -diskussionen.

8.2 Metoddiskussion

Syftet med arbetet var att se hur en tyngdlyftare kan nå en bättre prestationsförmåga i stöt genom träningsplanering och träningsmetoder (med fokus på kraft utveckling och neuromuskulär styrka). För att få en omfattande överblick valde jag att göra en systematisk litteraturstudie.

Slutligen inkluderades 16st artiklar i själva studien. Datasökningsprocessen var ytterst tidskrävande och det var svårt att hitta relevanta artiklar. En av största orsakerna var att det fanns ett begränsat antal av artiklar som inkluderade eller relaterade till mitt ämne och mina forskningsfrågor. Ett problem visade sig vara språket eftersom en hel del litteratur är skrivet på andra språk än engelska. Detta beror på att tyngdlyftning är mycket populärt i t.ex. Kina och Ryssland. Till artiklar från dessa länder har man sällan tillgång, det översätts inte nödvändigtvis heller. De artiklar som var översatta var oftast äldre, vilket i sig inte var ett problem, men kan såklart betyda att det finns nyare forskning att få. Detta kan anses att i någon mån sänka validiteten av min studie, men samtidigt kan påpekas att min litteratursökning gick igenom så gott som allt material som fanns tillgängligt. Däremot kan påpekas att inga artiklar som behandlade utvecklingen av överstöt kunde hittas, därför är det enkelt att motivera betydelsen av denna studie. Jag antog att antalet artiklar kunde vara högre eftersom tyngdlyftning har blivit något mer synligt i västvärlden p.g.a. populariteten av Crossfit, var tyngdlyftning ingår som en del av träning och tävling.

För kvalitetsgranskning använde jag frågesättningar från Forsberg och Wengström (2008), jag gjorde en modifierad lista av inklusionsfrågor med vilka jag bedömde relevansen och kvaliteten av artiklarna. Medeltalet av kvaliteten blev 7.19 vilket kan anses vara högt. Jag sammanställde min kvalitetsgranskningsfrågesättning på basis av Forsbergs och Wengströms (2008) modell.

I efterhand kan man säga att en egen kontrollerad empirisk studie skulle ha varit intressant för att kunna jämföra mina resultat med redan gjord undersökning. Detta skulle ha gett mig en möjlighet att spegla egna empiriska resultat mot teori och andra empiriska studier. Det skulle ha gett mig mer konkreta svar och frågor gällande specifikt överstöt.

Nu måste jag tillämpa och tolka andra undersökningar och studier för att passa mitt syfte och min frågeställning vilket kan anses sänka på validiteten av arbetet.

8.3 Fortsatt forskning och yrkesrelevans

Det krävs ytterligare undersökningar av olika sorters träningsformers effekt på elit tyngdlyftare. Det finns begränsat av data som gäller träningseffekter av t.ex. uthållighet, SSC, flexibilitet eller rörlighet och dess inverkar på tyngdlyftning. Det finns knappt någon data om att träna specifikt överstöt och ingen forskning av utveckling av överstöt. För framtida forskning kunde en högklassig empirisk studie göras gällande utvecklingen av överstöt. Även en undersökning om ballistisk eller plyometrisk träningseffekt på överstöt kan ses vara av stor signifikans för att vidare utveckla området.

Denna studie kan i praktiken användas som stöd för att utveckla en tyngdlyftares förmåga i stöt. Det kan även användas som stöd för att formulera en träningsplan för vilken som helst idrottare som söker mer explosivitet och vill undvika överträning.

KÄLLOR

- Adams, K., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M., 1992. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(1), pp.36-41.
- Behm, D.G. and Sale, D.G., 1993. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of Applied Physiology*, 74(1), pp.359-368.
- Beneka, A.G., Malliou, P.K., Missailidou, V., Chatzinikolaou, A., Fatouros, I., Gourgoulis, V. and Georgiadis, E., 2013. Muscle performance following an acute bout of plyometric training combined with low or high intensity weight exercise. *Journal of sports sciences*, 31(3), pp.335-343.
- Birrer, D., Lienhard, D., Williams, C.A., Röthlin, P. and Morgan, G., 2013. Prevalence of non-functional overreaching and the overtraining syndrome in Swiss elite athletes. *Schweiz Z Sportmedizin Sporttraumatol*, 61, pp.23-29.
- Bolliet, O, Collet, C, & Dittmar, A 2005, Autonomic Nervous System Activity During Actual and Mentally Simulated Preparation for Movement. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 30, 1, pp. 11-20,
- Bradley-Popovich, G.E., 2001. Nonlinear Versus Linear Periodization Models. *Strength & Conditioning Journal*, 23(1), p.42.
- Calhoon G, Fry AC. Injury Rates and Profiles of Elite Competitive Weightlifters. *Journal of Athletic Training*. 1999;34(3):232-238.
- Cameron J, 2013, Knee Conditions and Disability *The Workplace Safety and Insurance Appeals Tribunal*. Tillgänglig:<http://www.wsiat.on.ca/english/mlo/knee.htm> Hämtad: 16.11.2015
- Chiu, L.Z. and Schilling, B.K., 2005. A Primer on Weightlifting: From Sport to Sports Training. *Strength & Conditioning Journal*, 27(1), pp.42-48.
- Chu, D. A. och Myer, G. D., 2013, Plyometrics, Champaign: Human Kinetics, 929 s.
- Cormie, P, McGuigan R, and Newton, R. 2011. "Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 2 - Training Considerations for Improving Maximal Power Production. *Sports Medicine* 41, no. 2: 125-146.
- Forsberg, C & Wengström, Y, 2008, "Att göra systematiska litteraturstudier – värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning." Stockholm: Natur och kultur, 416 s.

- Fry, A, Ciroslan, D, Fry, M, LeRoux, C, Schilling, B, & Chiu, L 2006, Anthropometric And Performance Variables Discriminating Elite American Junior Men Weightlifters, *Journal Of Strength & Conditioning Research (Allen Press Publishing Services Inc.)*, 20, 4, pp. 861-866
- Gammone MA, Gemello E, Riccioni G, D'Orazio N. Marine Bioactives and Potential Application in Sports. *Marine Drugs* 12.5 (2014): 2357–2382. *PMC*. Web. 2 Feb. 2016.
- Garhammer JO. 1979, "Power production by Olympic weightlifters." *Medicine and science in sports and exercise*. 1979 Dec;12(1):54-60.
- González-Badillo, J. J., Izquierdo M., och Gorostiaga A. 2006. "Moderate Volume Of High Relative Training Intensity Produces Greater Strength Gains Compared With Low And High Volumes In Competitive Weightlifters." *Journal Of Strength & Conditioning Research (Allen Press Publishing Services Inc.)* 20, no. 1: 73-81.
- Haff, G, Carlock, J, Hartman, M, Kilgore, J, Kawamori, N, Jackson, J, Morris, R, Sands, W, & Stone, M 2005, Force-Time Curve Characteristics Of Dynamic And Isometric Muscle Actions Of Elite Women Olympic Weightlifters, *Journal Of Strength & Conditioning Research (Allen Press Publishing Services Inc.)*, 19, 4, pp. 741-748
- Halson, S 2014, Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes, *Sports Medicine*, vol. 44, pp. 139-147.
- Hartman, M, Clark, B, Bembien, D, Kilgore, J, & Bembien, M 2007, Comparisons Between Twice-Daily and Once-Daily Training Sessions in Male Weight Lifters, *International Journal Of Sports Physiology & Performance*, 2, 2, pp. 159-169
- Henneman, E., Somjen, G. and Carpenter, D.O., 1965. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*, 28(3), pp.560-580.
- Hoffman, J.R., 2002. Periodized training for the strength/power athlete. *NSCA's Performance Training Journal*, 1: December 2002.
- Häkkinen, K, Komi, P, 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 & Occupational Physiology*, 56, 4, pp. 419-427
- Jacobsen, D.I. 2003, Förståelse, beskrivning och förklaring – Introduktion till samhällsvetenskaplig metod för hälsovård och socialt arbete, Lund, Studentlitteratur, 316 s.
- Kallerud, H. och Gleeson, N. 2013. "Effects of Stretching on Performances Involving Stretch-Shortening Cycles." *Sports Medicine* 43, no. 8: 733-750.

- Kawamori, N. and Haff, G.G., 2004. The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), pp.675-684.
- Kipp, K., Redden J., Sabick M., and Harris C. 2012. "Kinematic and Kinetic Synergies of the Lower Extremities During the Pull in Olympic Weightlifting." *Journal Of Applied Biomechanics* 28, no. 3: 271-278.
- Kraemer, W & Ratamess, N 2000, Endocrine Responses and Adaptations to Strength and Power Training, Chapter 19 in *Komi PV, Strength And Power in Sport, 2nd edition*.
- Lake, J., Lauder, M. and Dyson, R., 2007, November. Exploring the biomechanical characteristics of the weightlifting jerk. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).
- Lemberg, H. & Nurmekivi, A., 2013, Method - Related Principles of Strength Conditioning for Attaining Positive Transfer of Training, *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 19, pp. 7-15,
- McMaster, D, Gill, N, Cronin, J and McGuigan, M. 2014. A Brief Review of Strength and Ballistic Assessment Methodologies in Sport. *Sports Medicine* 44, no. 5: 603-623.
- Moreira, A, Bilsborough, J, Sullivan, C, Cianciosi, M, Saldanha Aoki, M, & Coutts, A 2015, Training Periodization of Professional Australian Football Players During an Entire Australian Football League Season, *International Journal Of Sports Physiology & Performance*, 10, 5, pp. 566-571,
- Myer GD, Ford KR, Hewett TE. 2004. "Rationale and Clinical Techniques for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Among Female Athletes." *Journal of Athletic Training*." 2004;39(4):352-364.
- Nederhof, E, Lemmink, K, Visscher, C, Meeusen, R, & Mulder, T 2006, 'Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome', *Sports Medicine*, 36, 10, pp. 817-828 12p
- Newton, R.U. and Kraemer, W.J., 1994. Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), pp.20-31.
- Nicol, C, and J Avela. "The stretch-shortening cycle: a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue." *Sports Medicine* 36, no. 11 (August 2006): 977-999.
- Pire, Neil. 2006, *Plyometrics for Athletes at All Levels*, California: Ulysses Press, 144 s.

- Plisk, S., & Stone, M 2003, Periodization strategies, *Strength & Conditioning Journal (Allen Press)*, 25, 6, pp. 19-39 21p,
- Poletaev, P., Ortiz V. 1995. The Russian Approach to Planning a Weightlifting Program. *Strength & Conditioning Journal* 17, no. 1 (1995): 20-26.
- Ragnarsson, T. 2011. Kravanalys - tyngdlyftning. *Sveriges tyngdlyftningsförbund*. Hämtad: 1.1.2015 Tillgänglig: www.tyngdlyftning.se
- Stone, Michael H., Kyle C. Pierce, William A. Sands, and Meg E. Stone. 2006. Weightlifting: A Brief Overview. *Strength & Conditioning Journal (Allen Press)* 28, no. 1: 50-66.
- Storey, A., and Smith H. K., 2012. Unique Aspects of Competitive Weightlifting: Performance, Training and Physiology. *Sports Medicine* 42, no. 9: 769-790.
- Taube, W., C. Leukel, B. Lauber, and A. Gollhofer. 2012. The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports* 22, no. 5: 671-683.
- Taylor, K., Chapman, D., Cronin, J., Newton, M. and Gill, N., 2012. Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20(1), pp.12-23.
- Tricoli, V., Lamas L., Carnevale R., and Ugrinowitsch C. 2005. Short-Term Effects On Lower-Body Functional Power Development: Weightlifting Vs. Vertical Jump Training Programs. *Journal Of Strength & Conditioning Research (Allen Press Publishing Services Inc.)* 19, no. 2: 433-437.
- Twist, C, Gleeson, N, & Eston, R 2008, The effects of plyometric exercise on unilateral balance performance, *Journal Of Sports Sciences*, 26, 10, pp. 1073-1080 8p
- Uchiyama, S., Tsukamoto, H., Yoshimura, S. and Tamaki, T., 2006. Relationship between oxidative stress in muscle tissue and weight-lifting-induced muscle damage. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 452(1), pp.109-116.
- Verkhoshansky, Natalia. 2012, Shock Method and Plyometrics, Tillgänglig: <http://www.verkhoshansky.com/Portals/0/Presentations/Shock%20Method%20Plyometrics.pdf> Hämtad: 20.3.2014
- Verkhoshansky, Yuri. 1998. Main features of a modern scientific sports training theory. *New Studies in Athletics*, 13, pp.9-20.
- Viorel, U. M., 2011. Determining The Level Of Technical And Specific Physical Training In Performance Weightlifting. *Annals Of The University Dunarea De Jos Of Galati: Fascicle XV: Physical Education & Sport Management* no. 1: 211-215.

- Viorel, U. M., and Vladimir P. 2010 Comparative Analysis Of The Reps Number Within Two Training Macrocycles Of The Weightlifting Olympic Team. *Journal Of Physical Education & Sport / Citius Altius Fortius* 28, no. 4 (December 2010): 86-89.
- Viorel, U. M., and Vladimir P. Workouts Periodization And Cyclicity To Get In Athletic Shape For Performance Weightlifting. *Annals Of The University Dunarea De Jos Of Galati: Fascicle XV: Physical Education & Sport Management* no. 1 (June 2011): 189-193.
- Wallace, B. and Janz, J., 2009. Implications of motor unit activity on ballistic movement. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 4(2), pp.285-292.
- Živanović, N, Ćirić, M, Andrašić, S, & Ranđelović, N. 2010, Supercompensation - The Secret Of Secrets In Training Process, *Proceedings Of The Faculty Of Physical Education, University Of Banja Luka*, 2, pp. 267-276,

BILAGOR

BILAGA 1. Low-, Medium- And High Intensity Training Programs For Elite Junior Weightlifters. (González-Badillo et.al. 2006)

TABLE 2. Training programs for each group.

Exercise	Repetitions	Sets	AI* (%)	Low-intensity group										
				Repetitions and (%) of total repetitions per exercise in the different zones of relative intensity										
				60-70	71-80	81-90	91-95	96-100	101-105	106-110				
Snatch†	706	358	75.5	253 (35.8)	309 (43.8)	124 (17.6)	12 (1.7)	8 (1.1)						
Clean & jerk†	605	343	75.8	211 (34.9)	277 (45.8)	108 (17.9)	7 (1.2)	2 (0.3)						
Pulls‡	269	111	98.5	10.9	3 (1.1)	51 (19)	35 (13.0)	94 (34.9)						
Squat§	896	330	78.4	298 (33.3)	193 (21.5)	388 (43.3)	10 (1.1)	7 (0.8)				6 (2.2)		
Total	2,476	1,142	79.1	762 (30.8)	782 (31.6)	671 (27.1)	64 (2.6)	111 (4.5)				6 (0.2)		
				Moderate-intensity group										
Snatch†	703	373	76.2	247 (35.1)	291 (41.4)	123 (17.5)	25 (3.6)	17 (2.4)						
Clean & jerk†	606	349	76.1	210 (34.7)	270 (44.6)	108 (17.8)	11 (1.8)	7 (1.2)						
Pulls‡	269	111	98.5	10.9	3 (1.1)	51 (19.0)	35 (13.0)	94 (34.9)				6 (2.2)		
Squat§	901	345	78.6	298 (33.1)	182 (20.2)	388 (43.1)	22 (2.4)	11 (1.2)						
Total	2,479	1,178	79.5	755 (30.5)	746 (30.1)	670 (27.0)	93 (3.8)	129 (5.2)				6 (0.2)		
				High-intensity group										
Snatch†	707	412	77.6	227 (32.1)	273 (38.6)	124 (17.5)	50 (7.1)	33 (4.7)						
Clean & jerk†	602	364	76.7	207 (34.4)	249 (41.4)	108 (17.9)	23 (3.8)	15 (2.5)						
Pulls‡	269	111	98.5	10.9	3 (1.1)	51 (19.0)	35 (13.0)	94 (34.9)				6 (2.2)		
Squat§	900	370	79.3	281 (31.2)	170 (18.9)	386 (42.9)	45 (5.0)	18 (2.0)						
Total	2,478	1,257	80.3	715 (28.9)	695 (28.0)	669 (27.0)	153 (6.2)	160 (6.5)				6 (0.2)		

* AI = average intensity.

† Snatch includes snatch and power snatch; Clean & jerk includes jerk, push jerk, and power clean.

‡ Pulls include snatch and clean pulls.

§ Squat includes back and front squat.

TABLE 3. Programmed and performed repetitions in selected zones of intensity for Olympic exercises and back squat, and average intensity. All subjects performed the programmed repetitions from 60-90%.

Exercise	Repetitions and average intensity		Lower-intensity group			Moderate-intensity group			High-intensity group		
	Programmed	Performed	Programmed	Performed	Programmed	Programmed	Performed	Programmed	Performed	Programmed	Performed
Snatch											
Total repetitions	413	413	410	410	410	410	410	414	414	414	414
60-80	269	269	245	245	245	245	245	207	207	207	207
85-90	124	124	123	123	123	123	124	124	124	124	124
91-95	12	11.3 ± 1.4	25	22.3 ± 3.0	25	22.3 ± 3.0	50	44.9 ± 4.9	50	44.9 ± 4.9	50
96-100	8	4.5 ± 2.9	17	10.7 ± 2.9	17	10.7 ± 2.9	33	17.4 ± 6.9	33	17.4 ± 6.9	33
Average int.	77.7	77.5 ± 0.2	78.8	78.4 ± 0.3	78.8	78.4 ± 0.3	81.2	80.3 ± 0.4	81.2	80.3 ± 0.4	81.2
Total repetitions	270	270	271	271	271	271	267	267	267	267	267
60-80	181	181	173	173	173	173	149	149	149	149	149
85-90	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
91-95	7	6.2 ± 1.2	11	10.6 ± 1.3	11	10.6 ± 1.3	23	21.6 ± 1.3	23	21.6 ± 1.3	23
96-100	2	1.7 ± 1.0	7	5.1 ± 1.8	7	5.1 ± 1.8	15	8.4 ± 3.4	15	8.4 ± 3.4	15
Average int.	77.8	77.7 ± 0.1	78.4	78.2 ± 0.2	78.4	78.2 ± 0.2	79.8	79.2 ± 0.3	79.8	79.2 ± 0.3	79.8
Total repetitions	758	758	763	763	763	763	762	762	762	762	762
60-80	400	400	389	389	389	389	360	360	360	360	360
85-90	343	343	343	343	343	343	341	341	341	341	341
91-95	9	8.7 ± 0.5	21	20.4 ± 1.2	21	20.4 ± 1.2	44	42.6 ± 4.1	44	42.6 ± 4.1	44
96-100	6	5.3 ± 0.9	10	8.1 ± 1.9	10	8.1 ± 1.9	17	13.8 ± 4.0	17	13.8 ± 4.0	17
Average int.	78.7	78.7 ± 0.03	79	78.9 ± 0.1	79	78.9 ± 0.1	79.8	79.7 ± 0.1	79.8	79.7 ± 0.1	79.8
Back squat											
Total repetitions	400	400	389	389	389	389	360	360	360	360	360
60-80	343	343	343	343	343	343	341	341	341	341	341
85-90	9	8.7 ± 0.5	21	20.4 ± 1.2	21	20.4 ± 1.2	44	42.6 ± 4.1	44	42.6 ± 4.1	44
91-95	6	5.3 ± 0.9	10	8.1 ± 1.9	10	8.1 ± 1.9	17	13.8 ± 4.0	17	13.8 ± 4.0	17
96-100	6	5.3 ± 0.9	10	8.1 ± 1.9	10	8.1 ± 1.9	17	13.8 ± 4.0	17	13.8 ± 4.0	17
Average int.	78.7	78.7 ± 0.03	79	78.9 ± 0.1	79	78.9 ± 0.1	79.8	79.7 ± 0.1	79.8	79.7 ± 0.1	79.8