
Fagnytt nr. 1

2022

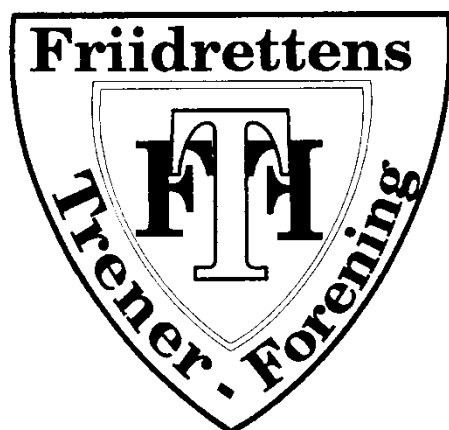


Karoline Bjerkeli Grøvdal hadde en flott sesong i år, men fikk ikke uttelling i mesterskapene. Her under Bislett Games hvor hun satte norske rekord på 500m.

MEDLEMSBLAD FOR FRIIDRETTENS TRENERFORENING

Fridrettens Trenerforening sitt styre 2022

Formann:	Lars Ola Sundt	sundt@idk.no
Øvelsesansvarlige:		
Kast:	Jørund Årdal	jorundaa@gmail.com
Sprint:	Bjørn Johansen	bjorn.johans1@gmail.com
Mellom/langdistanse:	Eystein Enoksen	eystein.enoksen@nih.no
Mangekamp/stav/hekk:	Bjørn Bogsti	bbogsti@online.no
Hopp:	Kåre Strande	kaare.strande@gmail.com
Para:	Trond Ulleberg	trond.ulleberg@siah.no
Barn/ung:	Berit Marstein	berimar@online.no
Redaktør Fagnytt:	Henning Hofstad	henning.hofstad@online.no



Dette nummeret av Fagnytt inneholder:

Henning Hofstad:	Redaktørens corner	side 3
	Leif Inge Tjelta – minneord	side 4
	Program trenerseminaret 2022	side 5-10
Bjørn Johansen:	Tretthet i idrett; er vi inne i et paradigmeskifte?	side 11-21
Eystein Enoksen:	Moderne mellomdistansetrening	side 21-38
Forsidebilde:	Reidar Langkjær	

REDAKTØRENS CORNER

Profesjonaliseringen av friidrettstrenerne er et tema som stadig er aktuelt. Her kan det være fruktbart å se litt på begrepet profesjonell. En profesjonell trener har treneryrket som sin profesjon. Det vil si at det er yrket til vedkommende og at treneren har betalt for denne jobben. Som en digresjon kan en si at det er mange, spesielt i klubbene, som vil ha «et profesjonelt opplegg» uten at de vil betale for det. De ønsker da at treneren skal utføre trenergjerningen med høy faglig og etisk standard og gjerne i stort omfang uten at det blir betalt med mer enn en symbolsk sum. Og mange trenere er så dedikert at de godtar dette av ulike årsaker.

Et annet kjennetegn på en profesjon er at det eksisterer en profesjonsutdanning. I Norge er det flere utdanningsinstitusjoner som driver trenerutdanning på universitetsnivå. Det gjennomføres også trenerkurs, men dette er på et lavere nivå. Selv på særforbundenes høyeste kursnivå er ikke kravene tilsvarende de en møter på universitetsnivå. En blir som kjent ikke sykepleier eller ingeniør ved å gå noen kurs, men kan en kalle seg friidrettstrener etter kursing?

Friidrettstrener er ikke en beskyttet tittel som tannlege eller lektor. Det krever ingen bakgrunnskunnskap for å kalle seg friidrettstrener. En kan til og med kalle seg elitetrener eller athletic coach uten bakgrunnskunnskaper. Nå er det sånn at mange tilegner seg veldig gode kunnskaper om friidrettstrening og øvelsesteknikk gjennom kurs, erfaring og praksis, men bør en satse på disse som fremtidens elitetrenerne?

Norges Friidrettsforbund har de siste årene gitt trenerstøtte til et utvalg trenere. Her er konseptet at de skal virke som trenere lokalt, gjerne for utøvere fra flere klubber. Klubbene går inn og tilfører midler sammen som NFIF. Det er NFIF som bestemmer vilkårene og som foretar utvelgelsen og det later ikke til at det er noen krav til formell profesjonsutdanning for tildeling av midler. Dette er det god grunn til å sette et stort spørsmålstegn ved. Dersom en tildeles midler uten profesjonsutdanning, vil det neppe motivere noen til å ta denne profesjonsutdanningen. Og er en sikker på at en får de best egnete trenerne?

En eksemplifisering kan være nyttig. Dersom du skal sprengte bort en bergnabb i hagen din, hvem ville du hyre inn til å gjøre jobben? En skytebas med alle papirer og forsikringer i orden eller en nabo som hadde sprengt mye og «det hadde alltid gått bra»? Jeg vet hva jeg ville valgt.

Når NFIF gir ut midler burde det være et krav til profesjonsutdanning. I hvert fall et krav om å starte på en slik eller gjennomføre en faglig utdanning innen rimelig tid.

Hele friidretts-Norge ønsker at vi skal ha best mulig trenere for våre barn, ungdommer og eliteutøvere. Da må en satse på å utdanne disse trenerne best mulig og også gi de som ønsker det en mulighet til å få en karriere som trenere.

Det er lett å være trener når en har store talenter under sine vinger og det bare går fremover. Det blir vanskeligere når motgangen kommer. Skader, jentenes situasjon i senpuberteten og resultatmessig stagnasjon er eksempler på ting som nærmest er umulig å unngå. Da er det godt å ha mye kunnskap i verktøykassen for å komme tilbake på offensiven.

Jeg våger påstanden at en godt utdannet trener har de klart beste forutsetningene for å få skuten på trygg grunn når det stormer. Derfor bør både klubber og NFIF som et viktig ledd i utviklingen av trenerprofesjonen velge å benytte disse fremfor trenere uten samme skolering.

LEIF INGE TJELTA (02.09.49 – 19.09.22)

Samtidig med at Fagnytt skal gå i trykken får vi den triste meldingen om at Leif Inge Tjelta har gått bort etter lang tids sykdom.

Leif Inge var selv en allsidig løper med gode prestasjoner på mange distanser. Spennvidden var fra 1.53,8 på 800m til 2,32.03 på maraton. Det var imidlertid som trener, pedagog, forsker, folkeopplyser og fremmer av folkehelse han gjorde seg mest bemerket.

Leif Inge virket som trener i over 35 år og hadde engasjement i både klubb og forbund. Klubben hans var Skjalg i Stavanger hvor han nedla et stort arbeid over mange år. Han hadde også utallige representasjonsoppgaver som leder og trener for Norges friidrettsforbund. Så sent som i 2021 ble han tilsatt som fagansvarlig for mellom- og langdistance for en toårs periode.



Foruten å være en særdeles dyktig trener var han en ledende forsker på feltet utholdenhet. Hans daglige virke var ved institutt Universitet i Stavanger og herfra utførte han et stort faglig arbeid som kom både den vanlig mosjonist og toppidretten til gode. Hans vitenskapelige arbeid omhandlet både studier innen toppidrett og populærforedrag rettet mot mosjonister som ønsket rettledning om hvordan en skulle trene.

Det må ha vært en stor glede for Leif Inge mot slutten av livet å se hvordan sønnen Asle har ført tradisjonene videre. Asle er trener for Zerei Kbrom Mezngi som vant sølv på 10 000m under EM i august og gjennomførte en strålende halvmaraton i Berlin for kort tid siden.

Våre inderlige kondolanser går til familien. Vi lyser fred over Leif Inge Tjeltas minne



Program TRENERSEMINARET 2022



Fredag 11. nov		
17:30 -	Registrering	
18:00 - 19:00	Åpning og fellesforelesning	Hege Wilson Landgraff Effekt av trening i puberteten
19:00 - 19:15	Pause	
19:15 - 20:00	Fellesforelesning	Tonje Reier-Nilsen Den vanligste belastningsskaden - hva kan treneren gjøre med det?
20:00 - 20:15	Pause	
20:15 - 21:00	Fellesforelesning	Harald Vikne Muskulære tilpasninger og fysisk funksjonsevne etter treningsstans
21:00	Middag*	

*bestilles ved påmelding

Hege Elisabeth Wilson Landgraff



... skrev sin doktorgrad på Norges idrettshøgskole om det spennende temaet pubertet og treningseffekt. Særlig har hun studert hvordan utholdenhets- eller kondisjonstrening virker på unge i puberteten, men hun har også målt utviklingen av styrke på både jentet og gutter. Hun stiller blant annet det viktige spørsmålet:

«Når hormonelle endringer døgnet rundt får både størrelsen på hjertet og blodvolumet til å øke så mye, hvor mye betyr da noen timer med kondisjonstrening?»

Tonje Reier-Nilsen



... er barnelege, allergolog og idrettslege, og har en doktorgrad fra 2019.

Hun har jobbet som overlege på Barneavdeling for allergi og lungesykdommer på Rikshospitalet fra 2011 – 2022, og hatt fagansvar for astma der. Hun har siden 2018 også jobbet på Olympiatoppen og har ansvar for utredning og behandling av utøvere med luftveisproblematikk. Hun sitter også i styret i Norges Astma- og Allergiforbund.

Harald Vikne

... har hovedfag fra NIH og Ph.d. fra Medisinsk fakultet ved Universitetet i Oslo. Har tidligere forsket på muskel-skjelettplager og trening. Har jobbet med fysisk trening ved Toppidrettssentret og arbeider nå ved Flymedisinsk institutt. Har ikke bakgrunn som friidrettstrener, men egenerfaring som aktiv utøver.

Han skal gi oss svaret på hva som skjer med musklene etter en periode uten normal trening.

Lørdag 12. november			
09:00-10:00		Carsten Bomme Om Katrine Jakobsens utvikling i slegge og som kaster generelt.	Mauritz Kåshagen 400m-trening for unge utøvere med eksempler fra treningen til Andreas Grimerud.
10:00-10:15	Pause		
10:15-11:30	Felles	Frivillighet i idretten. Audun Fladmo, Institutt for samfunnsforskning, innleder. Hva skjedde med frivilligheten etter korona? Hva er betingelsene for frivillighet?	
11:30-12:30	Lunsj		
12:30-13:45		Asle Tjelta Fra flyktning til EM-sølv på 10 000 meter. Treningsfilosofi, treningsopplegg og formtopping til EM: Zerei Kbrom Mezngi	Mikkel Larsen Dansk sprint - fra ingenting til suksess. Samt oppbygningen av stafettsatsing.
13:45-14:00	Pause/forflytning til buss		

Carsten Bomme

Kasttrener i Dansk Atletik med funksjonene sjefstrener i øst ved Dansk friidretts elitekraftsenter og landslagstrener i kast.

Han er også kastansvarlig trener og sjefstrener i klubben Sparta i København. Han er tungt inne i det sportslige i det danske friidrettsforbundet samtidig som han er ansatt i en klubb. Han er utdannet biolog med idrett i fagkretsen. Inntil

2019 jobbet han også delvis som lærer i vgs. der han underviste i biologi og idrett. Som trener har han en lang karriere og begynte allerede på slutten av 80-tallet. Han har trenererfaring innen alle grener med unntak av mellom- og langdistanse og hadde også en aktiv karriere som mangekjemper. Etter 2005 har han i hovedsak trent kastere og har vært landslagstrener siden 2010.





Mauritz Kåshagen

... er tidlige langsprinter som nylig la opp som aktiv utøver etter en lang og god karriere. Er trener for junioren Andreas Grimerud og er flasket opp i det gode langsprintmiljøet på Moelven. Mauritz har formell idrettsutdannelse med en mastergrad fra NIH og er en aktiv kursholder.



Mikkel Larsen

...er 41 år og utdannet i statsvitenskap med spesialfelt i idrettspolitik. Har i perioden 2004 – 2022 vært ansvarlig for sprint/hekk/stafett i Dansk Atletik (med en kort pause på 1½ år), og nettopp ansatt som Elitesjef i Dansk Atletik. Har bygget sprint/hekk/stafett i Danmark opp til et internasjonalt nivå de seneste 10-15 år – først med fokus på hekk (bl.a. som trener med OL-sølv i 2016 til Sara Slott Petersen) og de seneste år med stort fokus på kort sprint og 4x100 m.



Asle Rønning Tjelta

... har det siste året vært personlig trener for Zerei Kbrom Mezngi som overaskende tok en sølvmedalje på 10.000 m i EM i München 21. august 2022. Han er også engasjert i en delt rolle som fagansvarlig for mellom og langdistanse i NFIF sammen med Nils Hetleflåt fra 1. januar 2021 til 31. desember 2022. Asle R. Tjelta har en mastergrad i treningsvitenskap fra Universitetet i Sørøst-Norge (USN). Han er til daglig lærer på St. Svithun High School, Stavanger – Department of Health & Sport Science.

	Praktiske seanser i Nes arena				På hotellet
15:30-15:45	Pause				
15:45-16:45	15:45-16:15 Ida Marcussen Mangekamp, allsidig og variert trening for unge utøvere, teori	16:15-17:00 Kenneth Hoffmann Høyde, innlæring av god teknikk for ungdomshoppere, teori	Carsten Bomme Diskostrening	Para utprøving av utstyr v/Runar Steinstad	
16:45-17:00	Pause				
17:00-18:00	Ida Marcussen Mangekamp, allsidig og variert trening for unge utøvere, praksis	Kenneth Hoffmann Høyde, innlæring av god teknikk for ungdomshoppere, praksis	Mikkel Larsen Øvelser og inspirasjon til trening. 4x100 m		
18:05	Buss tilbake til hotellet				
20:00	Frøidrettsgalla*				

*bestilles ved påmelding



Ida Marcussen

Tidligere mangekjemper på internasjonalt nivå og norsk rekordholder i 7-kamp. Har bachelorgrad i idrett og ernæring fra universitet i Agder, og holder på med Trener 2 utdanning (2022/23). Har vært hovedtrener i IK Våg friidrett siden 2019, og har vært en del av forbundets profesjonelle trenernettnettverk siden 2021.



Dan Simion

... var i sin tid Steinar Hoens personlige trener, et samarbeid som resulterte til EM-gull i høyde. I dag har Simion hovedansvaret for en av Norges fremste hoppgrupper. Simion er blant de fremste hopptrenerne i Norge. Simion har selv vært tresteghopper på høyt europeisk nivå og har sitt daglige virke som lærer på Wang Toppidrett.



Kenneth Hoffmann

...er amerikaner og har de siste 25 årene har bodd i Norge. Han har en høydepers på 2,22 meter og er i dag lærer i toppidrett ved Valdres vidaregåande skule på Leira. Han er hovedtrener i Fagernes IL friidrett, har trener 3-kompetanse i Norge og har flere lovende høydehoppere på gang.



Runar Steinstad

...er ansvarlig for paraidretten i Norges Friidrettsforbund. Han er også tidligere topputøver i spyd med en bronse fra Paralympics som sin ypperste idrettslige bragd. Etter at Runar ble ansatt i forbundet har paraidretten fått et skikkelig løft i friidretten. Han kommer til å ha med utstyr til utprøving for alle nysgjerrige.



Kristin Gjertsen

...er forretningskvinne og ildsjel. Leder og trener i Jardar IL friidrett og medlem av Norges skiforbunds hovedstyre. Hun ble kåret til årets trener i Jardar i år 2020 og er trener for den meget lovende rullestolracing utøveren Anisa Abdule som ble kåret til årets Para-juniorutøver av NFIF i 2020. Kristin og Anisia er et sterkt team på vei mot verdenseliten. Kristin har med seg utøver Anisa Abdule.



Søndag 13. november				
9:00-9:45		Carsten Bomme Den fysiske treningen for kastere med utgangspunkt i Katrine og Lisa Pedersens opplegg.	Mikkel Larsen Trening for kortsprint, treningsfilosofi	Ola Sakshaug Team Trøndelag, treningsfilosofi og samarbeid på tvers av klubber og miljøer.
9:45-10:00	Pause			
10:00-10:45	Forts. Carsten Bomme		Randi Nymoen Jahren om starting, tjuvstart, regler og tjuvstarteranlegg	
10:45-11:15	Pause med tid til utsjekk			
11:15-12:00	Felles	Proessen bak Spartas utviklingsplan og nye visjon v/ Carsten Bomme		
12:00-13:00	Lunsj			
13:00-14:00	Felles	Utviklingsfilosofien til NFIF		

Ola Sakshaug



...er ansvarlig for det gode løpermiljøet i Team Trøndelag i Trondheim. Han er også personlig trener for Sigurd Tveit som har hatt store fremganger på 800 m og 1500 m denne sesongen. Ola jobber som daglig leder for Sør-Trøndelag Friidrettskrets i tillegg til et engasjement på Strinda vgs.

Randi Nymoen-Jahren



... er tidligere sprinter og har nå vært trener i mange år. Randi er utdannet politi og det er som politi hun har sitt daglige virke. Hun er også dommer i friidrett og det er særlig som starter hun har sin interesse og etter hvert lange erfaring.

Bjørn Johansen er tidligere langsprinter og mangeårig friidrettstrener. Han har idrettsfaglig utdanning og er nå doktorgradsstipendiat ved NTUI. Han er medlem av styret i Trenerforeningen med ansvar for korte løp. Her gir han en generell innføring i vitenskapsteori og stiller samtidig spørsmål om vedtatte sannheter innen idrettsfysiologi virkelig er sanne.

Tretthet i idrett; er vi inne i et paradigmeskifte?

Av: Bjørn Johansen

Innledning

Fins det absolutte sannheter? I store deler av matematikken kan vi med stor sikkerhet si at det er absolutte sannheter. Det er relativt sikkert at $1+1=2$. Er det absolutte sannheter utenfor matematikken? [René Descartes](#) kjente setning «Jeg tenker, altså er jeg» (Tranøy, 2022) kan være vanskelig å trekke i tvil, men ellers kan det se ut som det er få absolutte sannheter. Det er stadig noen som sår tvil om etablerte sannheter, ofte med dårlig argumentasjon som typiske konspirasjonsteorier. Men noen ganger kan helt «ville» påstander vise seg å ha noe for seg. Som når Einstein kom med sine teorier og snakket om at tid er relativt. Først ble han latterliggjort av andre forskere, før de innså at han hadde rett.

Innenfor idretten fins det også en del godt etablerte sannheter som er vanskelig å rokke ved. Som at tradisjonell styrketrening med vekter er «farlig» for barn. At det påvirker kroppens naturlige vekst. Dette fins det lite dokumentasjon på og det tyder på at styrketrening stimulerer til økt beinmineraltetthet (Raastad, 2010). En av de virkelige sterke «sannhetene» som er vanskelig å snu på er melkesyrens betydning i musklene. Fysiologisk forskning under første halvdel av 1900-tallet satte fram en hypotese om at opphopning av melkesyre i musklene var årsaken til at man ble sliten og musklenes kraft ble svakere under fysisk aktivitet. Denne hypotesen ble etter hvert en «sannhet» innen idrettsverden som på tross av skepsis fra flere forskningsmiljøer og klare indikasjoner på at melkesyren er «uskyldig», faktisk står seg i dag (Bratland, 2005). Vi hører stadig på idrettsbanen og i media at utøveren har fått «syra» når han/hun begynner å bli sliten.

Teori

Sannhet og paradigmer

Å være 100 % sikker på at man har funnet sannheten er ikke lett. Man ser etter mønster, men det er lett å trekke feil konklusjon. Et hypotetisk eksempel på å se et mønster, men å trekke feil konklusjon: Det er en rekke branner i et område. Hver gang det brenner ser du at det er flere

sortkledde menn med hjelmer og stiger på brannområdet. Du har sett et klart mønster hver gang det brenner; konklusjonen må være at disse sortkledde mennene med hjelmer må være årsaken til at det brenner!

Det var nok slik forskerne konkluderte da de så mer melkesyre i musklene jo mer sliten utøveren ble. Det virker som en logisk konklusjon da. Det er lett å dra «raske» konklusjoner når man ikke ser det hele bilde. Det er enkelt å skjønne at tidligere mennesker trodde at jorden var flat, da det ser sånn ut, man tenker ikke så mye over det og det er vanskelig å få til observasjoner som viser noe annet. Det samme gjelder de som trodde at sola gikk rundt jorda; det ser jo sånn ut. Mange veletablerte sannheter har blitt og blir stadig motbevist.

Selv med stor vitenskapelig konsensus er det mange politiske grupperinger som ikke lar seg overbevise i en del saker. Skepsisen mot vaksiner er en vedvarende helseutfordring. Dødsfall på grunn av meslinger har økt i Europa etter mindre vaksineringsrate mot sykdommen. Tilliten til vaksinen falt etter en artikkel i The Lancet i 1998, senere trukket tilbake, som hevdet en kobling til autisme. Til tross for massive bevis mot enhver kobling til autisme vedvarte skepsisen til vaksinen. I en større skala er skepsisen mot menneskeskapt global oppvarming. Dette truer planetens fremtidige beboelighet. Hva ikke-vitenskapsmenn tror om vitenskap kan da bokstavelig talt bli et spørsmål om liv og død. Det kan ofte være problematisk at det er uklart hva som er et vitenskapelige resultat. Ekte vitenskap kan være uoversiktlig og komplisert sammenlignet med tradisjonelle stereotype oppdagelser ala et «Eureka-øyeblikk». Vitenskapelige tekster bør være forståelige slik at man ikke mister leseren.

Når en sannhet innen vitenskapen er blitt godt etablert blant et stort forskerkollektiv, kaller man det gjerne for et paradigme. Den amerikanske forskeren Thomas Kuhn innførte begrepet i vitenskapen i sin bok *The Structure of Scientific Revolutions* fra 1962. Han definerte et paradigme som felles uskrevne «spilleregler» som samler et forskerkollektiv omkring en bestemt problemløsende vitenskapelig praksis. I en vitenskapelig periode der forskerne arbeider uten å stille spørsmål ved paradigme kaller Kuhn «normalvitenskap». Da består forskningen i å utdype det gjeldende paradigmet (Okasha, 2002).

Etter en tid oppdages det resultater som ikke er forenelig med paradigmet, såkalte *anomalier*. Anomalier er avvik fra det normale (Store Norske Leksikon, 2021a). Da rammes paradigme av en «krise» og man forsøker å finne et nytt paradigme som kan løse anomaliene. Da vil det skje et gradvis skifte av paradigmer og kan kalles en vitenskapelig revolusjon. Da kan det bli en strid mellom de som vil holde på det gamle paradigmet og de som er tilhenger av det nye paradigme. Når det nye paradigme blir rådende, har vi fått et paradigmeskifte. Klassiske eksempler på paradigmeskifter er overgangen fra et geosentrisk til heliosentrisk verdensbilde og overgangen fra Newtons mekanikk til Einsteins relativitetsteori (Okasha, 2002).

Tretthet i idrett

Evolusjonsteorien fremhever individers evne til å overleve og kunne reproducere seg. For å overleve må man blant annet unngå livstruende tilstander (Toft, 2014). Det kan se ut som

smerte og tretthet er «evolusjonære feilsteg», da det fører til ubehag og dårligere evne til å utøve et arbeid. Men begge deler er sannsynligvis for å beskytte kroppen. Smertesansen er for å minimere skader på celler og vev i kroppen – og dermed bidra til økt sjanse for å overleve (Nagasako et al., 2003). Man antar at tretthet har samme funksjon, å beskytte celler og vev mot skader i form av overbelastning. Uten noen form for intern regulering av intensiteten under fysisk arbeid risikerer man blant annet overoppheting og muskelskader. Kroppen ønsker å opprettholde et konstant og stabilt indre miljø, såkalt homeostase. Kommer kroppen ut av homeostasen vil den gjøre reguleringer for å komme tilbake til denne tilstanden. Her er tretthet en av disse reguleringsmekanismene (Ribeiro Hudson & Hasan, 2022).

Det engelske ordet for tretthet, «fatigue» kommer fra det latinske ordet fatigare, som betyr trøtt og utmattelse (Guillemin, 1934). «Tretthet er reduksjon i kraftutvikling eller manglende evne til å regenerere eller generere mer kraft» (Bigland-Ritchie, 1981). Hvorfor skjer denne reduksjonen i prestasjon? Er det lokalt i musklene eller styres dette sentralt fra hjernen? Dette har vært et mye omtalt tema blant forskere og trenere innenfor idrett (Noakes et al., 2005).

Det er to hovedmodeller som brukes til å forklare hvorfor vi blir trette under fysisk arbeid:

1. Katastrofemodell
2. Sentral reguleringsmodell

Katastrofemodell

I denne modellen tenker man at kroppen er en slags motor der ulike deler svikter under press ved at man blant annet får mindre tilgang til O₂ og energi, kroppslige funksjoner reduserer sin aktivitet og kjemiske produkter hindre kroppen å fungere best mulig. Vi deler ofte tretthet i sentrale og perifere faktorer (Gjerset et al., 2015). Vi skal hovedsakelig se på rollen melkesyre har i katastrofemodellen, men vil først oppsummere en del andre faktorer som kan ha betydning i denne modellen.

Sentral tretthet

Sentralnervesystemet (SNS) består av hjernen og ryggmargen. Hjernen sender signaler ned gjennom ryggmargen. For å opprettholde eller forbedre kraften er muskelfibrene avhengig av aktivering fra SNS. Svakere nervesignaler resultere i aktivering av færre motoriske enheter som igjen kan redusere kraften og koordinasjonen under fysisk arbeid. Så selv om musklene er i stand til å utvikle kraft, klarer de det ikke siden SNS ikke gir dem nok signaler (Gjerset et al., 2015). Sentral tretthet er sammensatt og inkluderer alt fra motivasjon, koordinering og integrering av sensorisk informasjon (Vøllestad, 1997). Det antas at sentral tretthet i større grad forekommer under langvarig utholdenhetsarbeid (Gjerset et al., 2015).

Perifer tretthet

Ved perifer tretthet får man en reduksjon i kraftutviklingen selv om muskelen er maksimalt aktivert gjennom SNS. Det er mange faktorer som kan forårsake utvikling av perifer tretthet. Jeg skal nevne noen aktuelle her.

Aksjonspotensialet

Det er en spenningsforskjell mellom innsiden og utsiden av cellemembranen i muskelcellen.

Aksjonspotensial oppstår når membranpotensialet utlignes som igjen fører til at muskelcellen kontraherer. Forskning har vist at perifer tretthet kan skyldes svikt i utbredelsen av aksjonspotensialet. Ved høyintensiv aktivitet kan cellemembranens evne til repolarisering etter et aksjonspotensial avta (Vøllestad, 1997).

Kalsium – troponin- bindingen

For at muskelfibrene skal trekke seg sammen må troponinmolekylet aktiveres ved at Ca^{2+} binder seg til det (Gjerset et al., 2015). Ved høyintensivt arbeide kan Ca^{2+} sin evne til å koble seg på troponinmolekylet avta (Strojnik & Komi, 2000).

Mekanisk tretthet

Forskning har vist at det kan oppstå tretthet i selve kontraksjonsmekanismen. Det kan skje strukturelle endringer i muskelcellen som følge av intensiv aktivitet (Strojnik & Komi, 2000).

Energitilgang

ATP er en energirik kjemisk forbindelse som er involvert i alle kroppsfunksjoner som krever energi, blant annet når muskelen skal trekke seg sammen (Store Norske Leksikon, 2022).

Studier har vist at det totale nivået av ATP holdes rimelig konstant selv ved intensivt og langvarig arbeid (Noakes, 2000). Men ved veldig ATP-krevende prosesser kan det oppstå en markant reduksjon (Allen et al., 2008).

Kreatinfosfat er lagret i muskelen og gir energi til maksimalt 5-10 sek (Gjerset, 1992). Etter dette vil man kunne se et fall i kraftutvikling som følge av at bidraget fra kreatinfosfatsystemet i energileveringen reduseres (Nevill, 1996).

Tretthet under langvarig arbeid kan også oppstå som følge av reduserte glykogenlagre (Sahlin et al., 1998). Ved økte lagre av karbohydrater har man observert økt varighet av intens arbeid (Noakes, 2000).

Varme og dehydrering

Under omsetning av energi produseres det varme som øker muskel- og kroppstemperatur. Blir temperaturen for høy (over 38 grader C) kan det redusere prestasjonsevnen (Todd et al., 2005).

Dehydrering henger sammen med økt varme. Dehydrering påfører det kardiovaskulære og metabolske systemet betydelig stress i form av redusert slagvolum, blodvolum, blodtrykk og generell blodgjennomstrømning (Coyle, 2000).

Melkesyre

Fra helt tilbake til 1907 har melkesyre blitt sett på som den store «syndebukken» når det gjelder muskulær tretthet. Ettersom melkesyrenivået øker radikalt under anaerob trening, har det vært enkelt å trekke en konklusjon om årsakssammenheng. Selv om nyere forskning tegner et mer nyansert bilde av melkesyrens rolle i organismen har mange samme oppfatning av melkesyre som for over 100 år siden (Bratland, 2005). Svenske Carl Scheele oppdaget melkesyre helt tilbake i 1780 (Watson & Heard, 2010). En av idrettens mest kjente forskere, den britiske professoren Archibald Hill (blant annet kjent for «Hills kurve») gjorde sammen med Otto Meyerhof studier på melkesyre og muskelkontraksjon på 1910-1920-tallet og mente at økt melkesyrekonsentrasjon var årsaken til perifer tretthet. Helt fram til 1970-tallet var denne teorien lite utfordret (Noakes, 2012).

Under fysisk arbeide brytes glykogen (lagringsformen av karbohydrater i kroppen) ned:

Glykogen → pyrodruesyre + energi

Uten tilgang til oksygen omdannes pyrodruesyre videre til melkesyre:

Glykogen → melkesyre + energi

Melkesyre spaltes igjen til laktat (La^-) og hydrogenioner (H^+). Konsentrasjonen av H^+ -ioner bestemmer surhetsgraden og måles som pH-verdi. Ved 7,0 er pH-verdien nøytral. Ved hardt muskelarbeid uten tilstrekkelig tilgang på oksygen vil mengden melkesyre (og H^+ -ioner) og surhetsgraden øke (pH-verdien synker).

Man trodde lenge (og til dels enda) at årsaken til tretthet var at muskelkontraksjonene ble hemmet av det sure miljø på grunn av opphopningen av H^+ -ioner (Noakes & Gibson, 2004). Selv om man helt tilbake til 1970-tallet så at melkesyre ikke kunne være årsaken til tretthet har denne teorien stått seg «godt» og ofte blitt omtalt som en av årsakene til perifer tretthet lenge etter dette (Bratland, 2005). I «Idrettens treningslære» fra 1992 beskrives melkesyre som et «problem» og en årsak til tretthet (Gjerset, 1992). I en artikkel i «Fagnytt» fra 2002, utgitt av Friidrettens Trenerforening beskrives også melkesyre som et problem som forverrer muskelfunksjonen (Tjelto, 2002). «Friidrett for ungdom» fra 2004 omtaler melkesyre som et avfallsstoff som gir smerte og musklene stivner (Næsheim-Bjørkvik & Brynemo, 2004). Også elevene i den videregående skolen har lenge fått presentert melkesyre som en utfordring. «Spinn – kroppsøving for den videregående skolen» fra 2006 omtaler melkesyre som et slutt produkt ved anaerob energifrigjøring som gjør at musklene stivner (Bergsjø, 2006). Men vi trenger ikke å gå tilbake i tid for å finne informasjon om melkesyrens «dårlige rykte». Det florerer av nyere tekster og artikler der melkesyre ansees som en årsak til tretthet. Som for eksempel «Store norske leksikon» internettside om melkesyre oppdatert i juni 2021. Der fremstilles melkesyre som en årsak til at musklene stivner (Store Norske Leksikon, 2021b).

Melkesyrens rolle i kroppen

Som tidligere nevnt dannes det melkesyre under anaerob energifrigjøring når glykogen brytes ned uten at det er nok O₂ tilgjengelig. Ved vedvarende anaerob arbeid øker som regel konsentrasjonen av melkesyre og følt tretthet parallelt. Da er det lett å trekke slutningen om at melkesyre er årsaken til tretthet. Tidligere resultater og slutninger om melkesyrens rolle er ofte gjort etter forskning på dyr ved «ufysiologiske» temperaturer. Nyere studier gjort på mennesker på fysiologiske temperaturer har vist at et surere miljø (reduert pH) i muskelen ikke fører til redusert kontraksjonshastighet og kraftproduksjon. Studier har vist at melkesyre kan beskytte mot muskulær tretthet ved å redusere tretthet og øke tilgangen til energi (Robergs et al., 2004).

Er uorganisk fosfat årsaken til tretthet?

Håkan Westerblad er professor i cellemuskelfysiologi ved det Karolinske institutt i Stockholm. Han har over mange år forsket på cellulære mekanismer som forårsaker tretthet i musklene. Han mener at det kan være andre metabolske faktorer enn melkesyre som kan forårsake muskulær tretthet. Ved intensiv aktivitet akkumuleres det uorganisk fosfat (P). Nyere forskning har vist at økte mengder av uorganisk fosfat intramuskulært kan redusere mengden frigjort energi når ATP spaltes, begrense både Ca²⁺-sensitiviteten samt også selve frigjøringen av Ca²⁺. Men det er foreløpig gjort for lite forskning på dette til at man kan trekke noen absolutte konklusjoner (Westerblad et al., 2002).

Sentral reguleringsmodell

Denne modellens (CGM=Central governor model på engelsk) forklaring på tretthet er at hjernen er den sentrale styringsmekanismen som regulerer muskelaktiviteten gjennom rekruttering av muskelfibre. Det skjer gjennom ubevisst og bevisst feedforward og feedback mellom hjernen og kroppen. Denne reguleringen skal sikre homeostase ved alltid å ha kapasitet i reserve (Gjethammer & Solberg, 2013). Allerede i 1891 ble betydningen av hjernen nevnt av den italienske fysiologen Angelo Mosso. Han mente at tretthet er en følelse som opptrer ved kompleks regulering mellom hjernen, sentralnervesystemet (SNS) og arbeidende muskulatur. Mosso skrev: "at first sight might appear an imperfection of our body, is on the contrary one of its most marvelous perfection" (Mosso, 1915). Men Mosso sine ideer ble ikke akseptert i det idrettsvitenskaplige miljøet. Og da Hill et al. (1924) kom med en annen forklaring på 1920-tallet ble Mosso sine ideer fortrent. Etter hvert har Hill sin modell blitt utfordret, da den blant annet utelukker psykologiske faktorer sin påvirkning på prestasjonsevnen. Dersom evnen til å prestere i konkurranse defineres av hjertets minuttvolum, spiller ikke motivasjonen til utøverne noen rolle (Noakes, 2012).

I CGM er det som nevnt hjernen sentral i prosessen som regulerer prestasjonsevnen. Aktiviteten starter med feedforward som rekrutterer antallet motoriske enheter som er nødvendig for arbeidet. Antallet som rekrutteres bestemmes av flere faktorer som utøverens biologiske tilstand, mental utmattelse, søvnmangel, motivasjon og tidligere erfaring. Aktiviteten begynner da på en

intensitet hjernen har bestemt kan opprettholdes over forventet tid eller distanse. Gjennom feedback fra ulike organer og mentale prosesser reguleres intensiteten. Er intensiteten høyere enn det som oppfattes som ønskelig (avhengig av blant annet ubehag og smerte), settes intensiteten ned. Denne reguleringen gjøres ved aktivering av muskelfibrene gjennom sentralnervesystemet (Noakes, 2012). Kalkuleringene baseres på grunnlag av tidligere erfaringer med lignende aktivitet, målet, metabolismens hastighet og flere andre potensielle faktorer (Noakes & Gibson, 2004). I motsetning til Katastrofemodellen har CGM et helt annet bilde på tretthet; tretthet oppstår ikke av en eller annen fysisk begrensende faktor, men en følelse eller opplevelse som skjer i hjernen (Noakes, 2011).

Diskusjon

Mennesker flest er ute etter sannheten og liker ikke å bli feilinformert. Men likevel aksepterer de også at gamle sannheter blir motbevist ved nye funn. Vi godtar at vi ikke vet alt og at det stadig kommer ny forskning og nye oppdagelser som tilbakeviser tidligere «sannheter». Men det er ikke alltid like lett å akseptere at godt etablerte sannheter ikke gjelder lengre. Både lite vitenskapelig funderte sannheter som myter, og sannheter som er kommet frem ved forskning kan være svært vanskelig å snu på. At barn blir hyperaktive av sukker er en veletablert myte som det ikke fins noe vitenskapelig bevis for, men er en veldig godt etablert sannhet hos foreldre (Milich et al., 1986). Isaac Newtons bevegelseslover i hans hovedverk «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» stod sterk i fysikken i 200 år. Da Albert Einstein kom med teorier som bestride Newtons teorier var det mange som så på dem som absurde og ubrukelig. I dag er det få som bestrider dem (Wills, 2016).

Som sagt ønsker mennesker flest en forklaring på hendelser og fenomener. Vi leter etter mønster og ofte trekkes konklusjoner på tynt grunnlag. Tilbake i tid ble mye forklart gjennom religion. Da var det umulig å forske på de fleste fenomener og da ble religiøse forklaringer ofte valgt. I Norrøn mytologi ble for eksempel torden og lyn forklart med at guden Tor kjører over himmelen i vognen sin. De fleste religioner prøver også å forklare hvordan verden og menneskene ble til. Det er ofte en menneskelignende skapning, en Gud som står bak skapelsen. Flere av disse religiøse forklaringene ble etter hvert veldig godt etablert og regnet som sannhet blant veldig mange. Å stille spørsmål for eksempel ved det bibelske verdensbilde har ikke alltid vært enkelt. Evolusjonsteorien er i dag en anerkjent forklaring på hvordan livet på jorda har utviklet seg. Men når denne teorien ble introdusert av Charles Darwin i 1859, skapte den sterke reaksjoner i mange miljøer, spesielt i kirken. Han ble sterkt kritisert og latterliggjort fra mange hold. Men etter hvert innså de fleste, også kirken, at Darwin hadde rett og dette ble den mest etablerte og mest utbredte teorien om artenes opprinnelse (Hessen, 2009).

En etablert vitenskapelig forståelse kalles ofte et paradigme, mens en grunnleggende endring av denne forståelsen kalles gjerne for et paradigmeskifte. Thomas Kuhn brukte disse ordene om tenkemåter i vitenskapen. Han definerte et paradigmeskifte som en revolusjonerende endring av

grunnleggende antakelser og prinsipper innenfor en vitenskap og viste blant annet til Darwins utviklingslære og Einsteins fysikk som eksempler på paradigmeskifter (Kuhn, 1962).

Paradigme og paradigmeskifte er populære og mye brukte ord når man snakker om endringer. Søker man på ordet paradigme i mediearkivet Retriever gir det 3400 treff i trykte kilder (per. 8.10.18). På nett er ordet paradigmeskifte nevnt 111 ganger, blant annet i titler som «Aterosklerose og infeksjon – et paradigmeskifte?» og «Desentralisert og differensiert fødselshjelp – et paradigmeskifte». Et søk på «paradigm shift» på PubMed gir nesten 7000 treff, og over 1700 artikler har det i tittelen (per. 10.12.18) (Hem, 2018). Når Kuhn beskriver et paradigmeskifte som en krise og en vitenskapelig revolusjon, kan det se ut som paradigmeskifte har mistet mye av sin originale betydning og er blitt et moteord som brukes på relativt små endringer.

En av de begrensende faktorene for å prestere i idrett er tap av kraft og hastighet på grunn av tretthet. For å unngå eller minske dette tapet er det naturlig at man ønsker å finne ut hvorfor det oppstår tretthet. Viss en bil klarer å kjøre 100m på 3 sekunder, klarer den også å kjøre 1000m på 30 sekunder. Den klarer stort sett å holde maksimal hastighet til den blir fri for drivstoff. Enkelt tenkt kunne man tro at enn sprinter som løper 100m på 10 sekunder, skal kunne løpe 1000m på 100 sekunder. Men det er ikke mulig da verdensrekorden er på 130 sekunder. Kroppen klarer altså ikke som en bil å holde maksimal hastighet over lengre tid. Er det bare sånn at musklene tilfeldigvis ikke klarer høy intensitet over lengre tid, eller har denne trettheten en mer praktisk årsak? Sannsynligvis er tretthet ikke en tilfeldig egenskap, men en evolusjonær funksjon som gir kroppen et signal om å fylle på energi og roe ned for ikke å utsette kroppen for skadde eller svekkelse. Kan en overstyre mekanismene som styrer tretthet?

På en varm sommerdag under Tour de France i 1967 dør sykelisten Tom Simpson på vei opp Mont Ventoux på grunn av dehydrering og overoppheting. Klarte han å overstyre tretthetsmekanismene som skulle begrense intensiteten under løpet? Etter løpet kom det fram flere ting: Simpson hadde diare i dagene før løpet, noen som antakelig gjorde han dehydrert. Under obduksjonen av den døde sykelisten ble det funnet amfetamin i magesekken og urinen hans (Rowland, 2011). Var det dette som overstyrte tretthetsmekanismene hans?

Ifølge evolusjonsteorien videreføres genene til de individene som har de beste evnene til å overleve (Hessen, 2009). Dermed er det naturlig å anta at gjennom evolusjon er en stor del av kroppens funksjoner og egenskaper til for å øke sjansen for å overleve, også kroppens tretthetsmekanismer. Det kan ved første øyekast se ut som tretthet er en negativ kroppslig reaksjon, da det fører til tap av evne til å utføre et arbeid. Vi vet at det er mulig å overstyre kroppens naturlige begrensninger når vi kommer i svært stressende og farlige situasjoner. Dette kalles kroppens fight-or-flight-respons. Da får man ekstra krefter som overgår det du til vanlig har (Taylor, 1978). Så hvorfor har man ikke disse ekstra kreftene tilgjengelig til enhver tid? Kroppen regulerer sannsynligvis sin adferd etter hva den tåler. Til vanlig har du tilgjengelig så mye krefter som kroppen tåler å bruke. Går du over dette risikerer du å overbelaste kroppen.

Disse reservene tas bare i bruk når det er en faresituasjon. Det er mange slike anekdoter om personer som får superkrefter i en farlig situasjon. En slik historie forteller om en mann som etter å ha løftet en bil av en tenåring kjente smerte i munnen. Det viste seg at han ubevisst hadde sprukket åtte av tennene, tilsynelatende etter å ha knyttet sammen kjeven under det intense løftet (Hadhazy, 2016).

Det er altså sannsynlig at tretthet er en regulering for å beskytte kroppen mot overbelastning. Den mest anerkjente teorien om hva som forårsaker tretthet har i mange år vært katastrofemodellen der man tenker at kroppen er en slags motor der ulike deler svikter under press ved at man blant annet får mindre tilgang til O₂ og energi, kroppslige funksjoner reduserer sin aktivitet og kjemiske produkter hindre kroppen å fungere best mulig. Og den mest kjente «syndebukken» er melkesyre forårsaket av anaerob energifrigjøring på grunn av underskudd på O₂. Selv om denne teorien har stått, og faktisk enda står sterkt, er den ikke bekreftet. Viss tretthet skyldes en perifer svikt i musklene på grunn av melkesyre, så gir ikke tretthetsfølelsen (med blant annet smerte) noen mening. Opplevelsen av tretthet vil ikke ha noen funksjon da tretthet er regulert i musklene (Sakshaug, 2013).

Siden tretthet sannsynligvis er en måte å beskytte kroppen mot for høy intensitet under fysisk arbeid, gir det en viss logikk at dette reguleres fra hjernen. CGM er en modell der man tenker seg at kraften/hastigheten på muskelkontraksjonene styres fra hjernen, ikke perifere faktorer i musklene. Hovedideen ved CGM er at intensiteten styres ved at hjernen justerer rekrutteringen av muskelfibre, slik at kroppen ikke blir overbelastet. Men denne utilstrekkelige rekrutteringen av muskelfibre kan ikke fullstendig forklare nedgangen i intensitet under utmattende arbeid. Studier har ikke sett noen klar sammenheng mellom muskelrekruttering og tap av kraft/hastighet (Weir et al., 2006). I motsetning til katastrofemodellen bakkes CGM-modellen lite opp av fysiologiske og biologiske observasjoner. Teorien er basert på en ide om at det er hjernen som kontrollerer hvor sliten du er. I motsetning til katastrofemodellen der man ser at opptak og tilgang til O₂ har en sammenheng med hvor trett du er (Pompeu, 2022).

Lovende forskningsfunn viser at økte mengder uorganisk fosfat (P) intramuskulært kan være årsaken til muskulær tretthet ved at det reduserer mengden energi som blir frigjort når ATP spaltes, begrense både den myofibrulære Ca²⁺ -sensitiviteten samt også selve frigjøringen av Ca²⁺ fra sarkoplasmatisk retikulum (Westerblad et al., 2002).

Konklusjon

Er vi inne i et paradigmeskifte når det gjelder å forstå tretthet innen idrett? Kuhns opprinnelige definisjon av et paradigmeskifte var en vitenskapelig revolusjon. Selv om mange enda tror/mener at muskulær tretthet skyldes melkesyre, er melkesyre «frikjent» i de fleste kunnskapsmiljøene innenfor idrett. Men hva som er hovedårsaken(e) til muskulær tretthet er enda ikke fullt klarlagt. CGM er vanskelig å bevise og funn viser at melkesyre sannsynligvis ikke

forårsaker muskulær tretthet. En del tegn tyder på at opphopning av uorganisk fosfat kan være en av årsakene til muskulær tretthet.

Fra tidlig 1900-tall til tidlig 2000-tall har melkesyre fått mye av skylden for muskulær tretthet. Men nå er forståelsen av melkesyre blitt forandret. Derfor har man gått bort fra denne teorien, og da er det kommet et nytt paradigme som mener det er andre faktorer som fører til denne trettheten.

Referanser

-
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*.
- Bergsjø, C.-H. K., Ingvil, . (2006). *Spinn - kroppsøving for den videregående skolen*. Aschehoug.
- Bigland-Ritchie, B. (1981). EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions. *Exercise and sport sciences reviews*, 9(1), 75-118.
- Bratland, S. S., L.E, Dahl, H.A. (2005). Melkesyre, metabolisme og muskulær tretthet – nye paradigmer. *Norsk Idrettsmedisin*, 2.
- Coyle, E. F. (2000). Physical activity as a metabolic stressor. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 512S-520S.
- Evensen, T. (2021). *Rekordhøy tillit til forskning*. Forskningsrådet.
<https://www.forskningsradet.no/nyheter/2020/rekordhoy-tillit-til-forskning/>
- Gjerset, A. (1992). *Idrettens treningslære*. Universitetsforlaget
- Gjerset, A., Nilsson, J., Wulf Helge, J., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære*. Gyldendal Norsk Forlag A/S.
- Gjethammer, F., & Solberg, R. B. (2013). *Betydningen av perifer tretthet på prestasjonen i en utholdenhetsaktivitet*
- Guillemin, A.-M. (1934). Un nouveau dictionnaire latin (F. Gaffiot, Dictionnaire illustré latin-français). *Bulletin de l'Association Guillaume Budé*, 45(1), 43-46.
- Hadhazy, A. (2016). *In a handful of unusual cases, people have tapped into a normally inaccessible super-strength – a hidden Hercules. What's going on?* BBC. Retrieved July 29, 2021 from <https://www.bbc.com/future/article/20160501-how-its-possible-for-an-ordinary-person-to-lift-a-car>
- Hem, E. (2018). Inflasjon i paradigmer. *Tidsskrift for Den norske legeforening*.
- Hessen, D. O. (2009). Darwin og evolusjonslærens evolusjon. *Naturen*, 133(1), 3-12.
- Hill, A. V., Long, C., & Lupton, H. (1924). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen.—Parts I-III. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 96(679), 438-475.
- Kuhn, T. (1962). 1970. The structure of scientific revolutions. In: Chicago: University of Chicago Press.
- Milich, R., Wolraich, M., & Lindgren, S. (1986). Sugar and hyperactivity: A critical review of empirical findings. *Clinical Psychology Review*, 6(6), 493-513.
- Mosso, A. (1915). Fatigue (Drummond, M., Drummond, WB, Trans.). In: Allan & Unwin, London (Original work published 1891).
- Nagasako, E. M., Oaklander, A. L., & Dworkin, R. H. (2003). Congenital insensitivity to pain: an update. *Pain*, 101(3), 213-219.
- Nevill, M. E. (1996). Muscle metabolism and performance during sprinting. *Biochemistry of Exercise IX*.
- Noakes, T. (2000). Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports: Review Article*, 10(3), 123-145.

- Noakes, T., & Gibson, A. S. C. (2004). Logical limitations to the “catastrophe” models of fatigue during exercise in humans. *British journal of sports medicine*, 38(5), 648-649.
- Noakes, T. D. (2011). Is it time to retire the AV hill model? *Sports Medicine*, 41(4), 263-277.
- Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3, 82.
- Noakes, T. D., Gibson, A. S. C., & Lambert, E. V. (2005). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British journal of sports medicine*, 39(2), 120-124.
- Næsheim-Bjørkvik, G., & Brynemo, E. (2004). Friidrett for ungdom 13-17 år. In: Fagbokforlaget.
- Okasha, S. (2002). *Philosophy of science: A very short introduction* (Vol. 67). Oxford Paperbacks.
- Pompeu, F. A. (2022). Why Pheidippides could not believe in the ‘Central Governor Model’: Popper's philosophy applied to choose between two exercise physiology theories. *Sports Medicine and Health Science*, 4(1), 1-7.
- Ribeiro Hudson, A. S., & Hasan, N. (2022). The dialectical model of fatigue in physical activity. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 1-13.
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.
- Rowland, T. (2011). Fooling the Central Governor: The Tragic Story of Tom Simpson. *Pediatric Exercise Science*, 23(2), 165-168.
- Raastad, T. (2010). *Styrketrening-i teori og praksis*. Gyldendal.
- Sahlin, K., Tonkonogi, M., & Söderlund, K. (1998). Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 162(3), 261-266.
- Sakshaug, E. (2013). Sammenlikning av to modeller for tretthet *Fagnytt, Friidrettens Trenerforening*, Nr. 1.
- Statistisk sentralbyrå. (2021). *Fakta om Medier*. <https://www.ssb.no/kultur-og-fritid/faktaside/medier>
- Store Norske Leksikon. (2021a). *Anomali* <https://sml.snl.no/anomali>
- Store Norske Leksikon. (2021b). *Melkesyre*. <https://snl.no/melkesyre>
- Store Norske Leksikon. (2022). *ATP*. <https://sml.snl.no/ATP>
- Strojnik, V., & Komi, P. V. (2000). Fatigue after submaximal intensive stretch-shortening cycle exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(7), 1314-1319.
- Taylor, D. (1978). Human endurance--mind or muscle? *British journal of sports medicine*, 12(4), 179-184.
- Tjelta, L. I. (2002). Anerob energifrigjøring, melkesyre og anaerob trening. *Fagnytt, Friidrettens Trenerforening*, nr. 1.
- Todd, G., Butler, J. E., Taylor, J. L., & Gandevia, S. (2005). Hyperthermia: a failure of the motor cortex and the muscle. *The Journal of physiology*, 563(2), 621-631.
- Toft, G. O. (2014). Ideer om evolusjon før Darwin og Wallace. *Naturen*, 138(4), 166-175.
- Tranøy, K. E. (2022). *Cogito, ergo sum*. Store norske leksikon. https://snl.no/Cogito,_ergo_sum
- Vøllestad, N. K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of neuroscience methods*, 74(2), 219-227.
- Watson, N. C., & Heard, S. O. (2010). The use of lactate as a biomarker. In (Vol. 25, pp. 301-302): SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
- Weir, J., Beck, T., Cramer, J., & Housh, T. (2006). Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. *British journal of sports medicine*, 40(7), 573-586.
- Westerblad, H., Allen, D. G., & Lannergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *Physiology*, 17(1), 17-21.
- Wills, M. (2016). *Why No One Believed Einstein*. JSTOR Daily. Retrieved 13.7.2022 from <https://daily.jstor.org/why-no-one-believed-einstein/>

Moderne mellomdistansetrening – del 1

Av: Eystein Enoksen

Denne artikkel vil bli presentert i Fagnytt i to deler.

Del 1. Fysiologiske arbeidskrav, kapasitetsanalyser, løpertyper og treningsprinsipper i mellomdistanseløp. I neste nummer er fokuset på:

Del 2. Biomekaniske og psykologiske arbeidskrav og treningsplanlegging i mellomdistanseløp.

Hva sier forskningen og hva er beste praksis?

I denne artikkelen vil jeg summere opp status på hva som oppfattes som moderne mellomdistansetrening (800m og 1500m) blant dagens utøvere og trenere på internasjonalt og nasjonalt nivå. Presentasjonen bygger på et forskningsmessig perspektiv og hva som er dagens beste praksis. Den tar utgangspunkt i en nylig publisert reviewartikkel i Sports Medicine <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01481-2> «*Crossing the Golden Training Divide: The Science and Practice of Training World-Class 800- and 1500-m Runners*». Forfatterne er Thomas Haugen, Øyvind Sandbakk, Eystein Enoksen, Stephen Seiler og Espen Tønnessen. I tillegg har jeg skrevet en del fagstoff fra min egen praktiske virksomhet som trener med eliteutøvere og forskning om løpsteknikk og løpstrening i mellomdistanseløp.

I den nevnte artikkelen er det listet opp de utøvere og trenere som har hatt størst suksess i mellomdistanseløping i nyere tid og referanser til deres treningsregimer (Haugen et al., 2021). Se tabell 1 og 2.

Tabell 1. Internasjonale utøvere

UTØVERE	RESULTAT	BESTE PRESTASJON
Alberto Juantorena	800 m 1:43.44	Olympic gold 1976
Clayton Murphy	800 m 1:42.93	Olympic bronze 2016
David Rudisha	800 m 1:40.91	Olympic gold 2012, 2016
Hicham El Guerrouj	1500 m 3:26.00	(WR) Olympic gold 2004
Jim Ryun	800 m 1:44.30–1500 m 3:33.1	Olympic silver 1968
Joaquim Cruz	800 m 1:41.77–1500 m 3:34.63	Olympic gold 1984
John Walker	1500 m 3:32.4–mile 3:49.08 (WR)	Olympic gold 1500 m 1976
Marty Liquori	Mile 3:52.2	Pan American champion 1971
Michael Rimmer	800 m 1:43.89	EC silver 2010
Natalia Rodriguez	1500 m 3:59.51	WC and EC gold 2010–2011
Nick Symmonds	800 m 1:42.95–1500 m 3:34.55	WC silver 2013
Nick Willis	1500 m 3:29.66–mile 3:49.83	Olympic medals 2008 and 2016
Peter Elliott	800 m 1:42.97–1500 m 3:32.69	Olympic silver 1988
Said Aouita	1500 m 3:29.46 (WR)–mile 3:46.76	Olympic gold 1984, WC gold 1987
Silas Kiplagat	1500 m 3:27.64	WC silver 2011
Taoufik Maklout	800 m 1:42.61–1500 m 3:28.75	Olympic gold 2012
Sebastian Coe	800 m 1:41.70 –1500 m 3:29.77	Olympic gold 1980, 1984
Steve Ovett	800 m 1:44.09 –1500 m 3:30.77	Olympic gold 1980
Steve Cram	800 m 1:42.88 –1500 m 3:29.67	EC gold 1982, 1983
Vebjørn Rodal	800 m 1:42.58	Olympic gold 1996
Wilson Kipketer	800 m 1:41.11	WC gold 1995
Jakob Ingebrigtsen	1500 m 3:28.32	Olympic gold 2021
Timoty Cheruiyot	1500 m 3:28.28	WC gold 2020

Tabell 2. Anerkjente suksessfulle trenere

TRENERE	SUKSESSFULLE MELLOMDISTANSELØPERE	RESULTATER
Arthur Lydiard	Peter Snell (WR), Murray Halberg, Barry Magee	Olympic gold 1960 and 1964
Bill Bowerman	Steve Prefontaine, Jack Hutchins, Sig Ohlemann	He trained 31 Olympic athletes
David Sunderland	Jane Finch, Lynsey Sharp	Indoor WR 1977, EC gold 2012
Gianni Ghidini	Wilfred Bungei, Amel Tuka	Olympic & WC medals since 2001
Harry Wilson	Steve Ovett	(WR) Olympic gold 1980, EC gold 1978
Honore Hoedt	Sifan Hassan, Brad Som, Amoud Okken	(WR) WC & EC medals since 2006
Jack Daniels	Coached seven athletes to the U.S. Olympic team Olympic finalists	Olympic & WC medals since 1987
Joe Vigil	Coach for the US Olympic team in 1998	Olympic Finalists
Kim McDonald	Daniel Komen (WR), Noah Ngeny, Laban Rotich	Multiple WC medals in the 1990s
Lee LaBadie	Clayton Murphy	Olympic bronze 2016
Margo Jennings	Maria Mutola, Kelly Holmes	Olympic & WC medals 1993–2004
Craig Mottram	Nic Bideau	WC bronze 2005
Peter Coe	Sebastian Coe	(WR) Olympic gold 1980 and 1984
Steve Magness	Assistant coach and scientific advisor for elite runners	Olympic & WC medals 2011–2012
Tomasz Lewandowski	Marcin Lewandowski	EC gold 2010, WC bronze 2019
Vin Lananna	Olympic team coach	Olympic Finalist U.S.
Gjert Ingebrigtsen	Jakob Ingebrigtsen Henrik Ingebrigtsen Philip Ingebrigtsen	EC- Gold, 2012, 2014 og 2016 Olympic gold, 2022
Kjell Arve Husby	Vebjørn Rodal	Olympic gold 1996

Historiske betraktninger

Mellomdistanseløping var en sentral del av det Olympiske programmet for menn allerede i de første moderne olympiske leker i Hellas i 1896. De mest prominente løperne på starten av 1900 tallet var Paavo Nurmi, Gunder Hågg, Rudolf Harbig og Roger Bannister. Utviklingen av kvinnelig mellomdistanseløping gikk saktere enn for menn mer på grunn av sosiale forhold enn biologiske. I Olympiaden i 1928 konkurrerte kvinnene bare på 100m og 800m.

Rapportene fra konkurransene på 800m for kvinner var imidlertid så negative om kvinner som kollapse etter løpet – at «The International Olympic Committee (IOC)» besluttet å forby kvinner å konkurrere på distanser lenger enn 200m i internasjonale konkurranser. Mellomdistanseløpene, 800m og 1500m, kom ikke med på det Olympiske programmet igjen før i 1960. Kjønnsgapet i prestasjonene på mellom-distanseløp ble gradvis redusert fram mot 1980.

Etter 1980 har prestasjonsnivået mellom menn og kvinner stabilisert seg rundt 10 %. På tross av en økt forskningsaktivitet på mellomdistansetrening i perioden etter 1980 ble utviklingen mest preget av hvordan de beste løperne gjennomførte sin praksis (Haugen et al., 2021). Studier av treningsdagbøker av løpernes treningsprogram, praktiske eksperimenter og intuisjon har vært med på å styre fremgangen i internasjonal mellomdistanseløping (tabell 1 og 2).

Videre har ikke treningen til de beste 800m og 1500m løperne blitt sammenliknet grundig nok. En slik sammenligning er ønskelig fordi det er et markant skifte fra anaerobe til aerobt energibidrag når man beveger seg fra 800m trening til 1500m trening, og hva som skjer med den mekaniske og metabolske effektivitet i den sammenheng. Derfor er formålet med denne artikkelen å innpasse vitenskapelig kunnskap og den beste «coaching» praksis for å utvikle et rammeverk for hva som regnes som den beste treningsstrategien for elite mellomdistanseprestasjoner i dag.

Når man skal basere en faglig tekst på bakgrunn av vitenskapelig informasjon og beste praksis fra internasjonalt anerkjente trenere og utøvere er det mange hensyn som må tas med i vurderingen. Dette går blant annet på mannlig dominans, suksessfulle treningskulturer, ulike treningsfilosofier (aerob og anaerob vektlegging), ulik terminologi og treningsreferanserammeverk. Den utbredte bruk av doping i internasjonal sammenheng må også tas i betraktning.

Hva kan vi så forvente av prestasjonsutvikling blant elite mellomdistanseløpere i fremtiden. Denne utviklingen skjer gradvis gjennom vekst, modning, motorisk læring, treningsprogresjon og økende alder. Alderen for toppprestasjoner i mellomdistanseløp er ifølge forskningslitteraturen 25-27 år. Treningsalder må imidlertid også vurderes på bakgrunn av tidlig eller sen spesialisering. *Jakob Ingebrigtsen er et eksempel på en løper som startet tidlig å spesialisere seg i mellomdistanseløp. Han startet med systematisk løpstrening fra han var 10-12 år gammel (Tjelta, 2013, 2019), og han har vært blant de fremste talentene i verden på mellomdistanse (800m-1500m) fra han var 14-15 år ifølge internasjonal statistikk (se prestasjonsutvikling for Jakob Ingebrigtsen i tabell 3).* Den Olympiske mesteren på 1500m fra 2022 har utvilsomt et uforløst potensial som blir spennende å følge i årene framover. Et eksempel på et stort løpstalent på mellomdistanse som startet sent å spesialisere seg er Vebjørn Rodal. Han startet med spesialisering i mellom-distanseløp da han var 17-18 år gammel og hadde en prestasjonsutvikling som vist i tabell 4 (I:Utholdenhetstrening, Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013) (www.worldathletics.org/records).

Ellers er det verdt å merke seg at unge afrikanske løpere har en livsstil hvor de har rutiner med å løpe til og fra skolen fra tidlig alder (Larsen, 2002, 2015) - *Why are Kenyan runners superior*. At det er flere veier for å lykkes i mellomdistanseløp støttes av sentral forskningslitteratur (Moesch et al., 2011) - *Late specialization: The key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. Scan J Med Sci Sports*.

Tabell 3. Prestasjonsutvikling på 1500m - Jakob Ingebrigtsen

Alder	Dato	Tid	Rekorder
11 år	2011	17:19 på 5km	
11 år	2012	16:43 på 5km 1:36,45	Måling av VO2 max 68 ml/kg/min
12 år	2013	2:11,93	
13 år	2014	4:05,29 NR	Ny aldersrekord
14 år	2015	1:52,60 3:49,71 VR 5:24,41	Verdensrekord for 14 år
15 år	2016	1:52,05 NR 3:42,44 VR	Ny aldersrekord Verdensrekord for 15 år
16 år	2017	1:49,40 NR 3:56,29 VR 13:35,84	Norsk U-20 rekord Verdensrekord for 16 år
17 år	2018	3:31,18 7:56,74 13:17,06	VR –U18 rekord ER –U20 rekord ER –U20 rekord
18 år	2019	7:51,20 3:31,16 3:51,30	ER – U20 rekord
19 år	2020	3:28,68	VR – U20 og ER – U20
20 år	2021	3:28,32 3:47,24 12:48,45	Olympisk rekord Diamond League rekord Europeisk rekord
21 år	2022	3:30.60 3:29,02	Ny innendørs Verdensrekord Olympisk mester

Tabell 4. Prestasjonsutvikling på 800m – Vebjørn Rodal

Alder	Dato	Tid	Endring/år
28 år	2000	1:44,84	-
27 år	1999	1:45,95	-
26 år	1998	1:44,17	-
25 år	1997	1:44,24	-
24 år	1996	1:42,58	+0,92s
23 år	1995	1:44,05	-
22 år	1994	1:43,50	-
21 år	1993	1:45,83	+1,82s
20 år	1992	1:45,33	+1,75s
19 år	1991	1:47,08	+2,07s
18 år	1990	1:49,15	+3,19s
17 år	1989	1:52,34	+2,71s
16 år	1988	1:55,05	+10,55s
15 år	1987	2:06,5	-

På bakgrunn av statistiske vurderinger av gjennomsnittlig forbedringsscore for verdens topp 100 mellomdistanseløpere tidlig i 20 årene er denne ifølge forskningslitteraturen ikke større enn 0,1-0.2 % (Haugen et al., 2018).

Ifølge forskningslitteraturen må mellomdistanseløpere i utgangspunktet være på et høyt nivå som juniorer for å kunne nå opp på elitenivå som seniorer. Årlige statistiske analyser av verdens topp 100 mellomdistanseløpere viser at disse løperne har oppnådd 98-99% av sitt topp prestasjonsnivå allerede i 20 års alder (Haugen et al., 2018). Løpere i det øvre sjiktet av topp 100 forbedrer imidlertid sine prestasjoner mer enn løpere på et lavere nivå i årene før man når sin toppprestasjonsalder. Disse forskjellene i prestasjonsutvikling kan forklares utfra forskjeller i treningsstatus, responser på trening, «coaching» kvalitet, doping etc.

Selv om det er betraktelig variasjon blant utøvere og mange veier som kan føre til ekspertise under gunstige forhold, indikerer et review av beste praksis litteratur at majoriteten av verdens beste 800- og 1500m løpere har spesialisert seg i mellomdistanseløp allerede som juniorer. Tatt i betraktning de begrensingene som er skissert ovenfor tror vi allikevel at en integrasjon av kunnskap basert på tilgjengelig forskning og resultatbaserte treningsprosesser fra verdens ledende mellomdistanseløpere (beste praksis) kan være en nyttig veileder for trenere for lovende løpere på vei opp og ikke minst frembringe nye hypoteser som kan bli testet i framtidige forskningsstudier.

Løpertyper på 800m og 1500m

Sett i forhold til variasjonen av fysiologiske profiler blant 800m og 1500m løpere pleier trenere å kategorisere mellomdistanseløpere i type-kategorier I:Tjelta, Enoksen & Tønnessen (2013) og Sandford et al., (2019).

1. Den hurtige typen
2. Stayertypen
3. Den utholdende distansetypen

En annen måte å dele inn løpstyper på 800m er å vurdere nivået utfra IAAF poeng eller hvor langt i prosent deres prestasjoner er bak gjeldende verdensrekorder på 400m, 800m og 1500m. Et kort resyme av «World Athletics all-time» topp liste (<https://www.worldathletics.org/records/all-time-top-list>), viser klart at 1500m løpere behersker et bredere prestasjonsnivå på flere distanser, mens en større andel av verdens beste 800m løpere fremstår mer som spesialister. Konseptet «anaerob speed reserve» (ASR) er definert som den hastighetssonen som strekker seg fra maksimal aerob hastighet (vVO2max) til maksimal sprinthastighet (MSS). Maksimal sprint hastighet kan bli målt ved hjelp av fotoceller/radar, mens vVO2max (MAS) tradisjonelt har blitt målt i laboratorier med ulike test-prosedyrer.

En spesifikk metode har nettopp blitt utviklet hvor man foretar en regresjonsanalyse og kommer fram til en kvotient som kan predikere vVO2max fra en 1500m time-trial prestasjon (Sandford et

al., (2019). Basert på et «speed reserve ratio concept» ($SRR = MSS/MAS$) har forskere klassifisert 800m løpere i følgende tre subgrupper:

1. 400-800 typer ($SRR \geq 1.58$)
2. 800 m spesialister ($SRR \leq 1.57$ to ≥ 1.47)
3. 800–1500 m typer ($SRR \leq 1.47$ to ≥ 1.36)

Dersom vi bruker den samme tilnærmingen, kan 1500m løpere bli kategorisert i følgende typer:

1. 800–1500 m typer
2. 1500-m spesialister
3. 1500–5000 m typer

Forfatteren mener imidlertid at validiteten av dette konseptet trenger å bli undersøkt grundigere i framtidig forskning.

I mellomdistanseløp finner vi altså i løpertyper med forskjellige fysiske egenskaper. Nedenfor er noen av Norges og verdens beste mannlige og kvinnelige løpere inndelt i tre kategorier:

I denne gruppen finner vi løpere som har løpt 400m på 47,0 og bedre. De har ikke så gode resultat på 1500m. Alberto Juantorena er den løperen med størst hurtighet. Han trente etter en intensiv modell og er ellers den eneste som har klart kunststykket å vinne både 400m og 800m i samme OL (Montreal 1976).

Den hurtige typen	400m	800m	1500m
David Rudisha	45.15	1:40,91	-
Wilson Kipketer	46.85	1:41,11	3:42,80
Joakim Cruz	46.00	1:41,77	3:34,63
Vebjørn Rodal	46.56	1:42.58	3:37,75
Alberto Juantorena	44.0	1:43,44	-
Alfons Fiasconara	45.5	1:43,7	-
Atle Douglas	46.66	1:43,69	-
Jussi Udelhoven	47.60	1:45,68	-
Audun Boysen	47.4	1:45,9	3:44,2
Bo Breigan	47.2	1:46,08	3:43,4
Thomas Roth	47,93	1:45,75	3:43,11

I Tabellen nedenfor har vi tatt med noen av de mest lovende mannlige norske talentene på 800m og 1500m.

Norske talenter	400m	800m	1500m
Sigurd Tveit	47,80	1:45,83	3:37,02
Tobias Grønstad	48,18	1:46,02	3:52,34
Ole Jakob Solbu	47,81	1:47,03	3:48,12

Disse løperne er unge og har et godt utgangspunkt for å utvikle både sin basishurtighet og spesifikk løpskapasitet samt aerobe utholdenhet. Dette skulle kunne gi fremgang både på 800m og spesielt 1500m om de klarer å opprettholde kontinuitet og systematikk i treningen i årene som kommer. Horwill (1995, 1996) beskriver den hurtige løpertypen på 800m som høy, velbygd og med en ukentlig treningsmengde på ca. 50 - 60km, hvor mesteparten av treningen foregår med høy intensitet.

I gruppen kategorisert som «stayertypen» finner vi noen av verdens beste mellomdistanseløpere. Vi kan vel si at det er blant denne typen løpere vi finner de beste 1500m spesialistene.

Stayertypen	400m	800m	1500m
Hicham El Guerrouj	-	1:46,18	3:26,00 VR
Sebastian Coe	46.9	1:41,73	3:29,77
Steve Ovett	47.5	1:44,09	3:30,77
Steve Cram	48.0	1:42,88	3:29,67
Taoufik Maklout	-	1:42,61	3:28,75
Jake Wightman	-	1:44,18	3:29,23

I tabellen nedenfor gis en oversikt over løpere av «den utholdende typen» som har prestert gode tider både på 1500m og 5000m, men som ikke har oppnådd absolutte toptider på 800m.

Den utholdende typen	800m	1500m	5000m
Bernad Lagat	1:46,00	3:26,34	12:53,60
Nourreddine Morceli	1:44,79	3:27,37	13:03,58
Jakob Ingebrigtsen	1:46,44	3:28,32	12:48,45
Said Aouita	1:43,86	3:29,46	12:58,39
Sydney Maree	1:48,1	3:29,77	13:01,15
David Moorcroft	1:46,6	3:33,79	13:00,41
Philip Ingebrigtsen	1:47,79	3:30,03	13:11,75
Henrik Ingebrigtsen	1:48,09	3:31,46	13:15,38

Tabellene nedenfor gir en tilsvarende oversikt over noen av Norges og verdens beste kvinnelige mellomdistanseløpere.

Den hurtige typen	400m	800m	1500m
Jarmila Kratochhvilova	47.99	1:53,28	-
Ndesha Olisarenko	50.96	1:53,43	3:56,8
Olga Minejeva	50.78	1:54,81	-
Keely Hodgkinson	52.41	1:55,88	-
Hedda Hynne	53.24	1:58,10	-
Ingvild B. Måkestad	-	1:59,82	4:02,20

Flere av disse kvinnelige løperne har et ekstremt høyt fartspotensialt på 400m. Dette er en sterkt medvirkende årsak til deres toptider på 800m.

I tabellen under «stayer typen» finner vi de raskeste kvinnelige 1500m og 3000m løperne. Disse kvinnene holder også et høyt nivå på 800m.

Stayer typen	800m	1500m	3000m
Sif Hassan	1:56,81	3:51,95	8:18,49
Tatiana Kasankina	1:54,94	3:52,47	8:22,62
Laura Muir	1:55,87	3:54,50	8:30,64
Doina Beliu Melint	1:55,05	3:56,7	8:37,11
Sonia O`Sullivan	2:00,69	3:58,85	8:21,64

Blant de kvinnelige løperne som kommer inn under kategorien «den utholdende typen» finner vi også våre beste løpere (Grete Waitz, Ingrid Kristiansen og Karoline B. Grøvdal) på 1500m. Disse løperne er også våre beste 3000m og 5000m løpere.

Den utholdende typen	800m	1500m	3000m/5000m
Svetlana Ulmasova	2:00,9	3:58,76	8:26,78/15:05,50
Sonia O`Sullivan	2:00,69	3:58,85	8:21,64/14:41,02
Mary Decker-Slaney	1:56,90	3:57,12	8:25,83/15:08,26
Grete Waitz	2:03,1	4:00,55	8:31,75/15:08,30
Ingrid Kristiansen	2:09,7	4:05,97	8:34,10/14:37,33
Karoline B. Grøvdal	2:04,23	4:03,07	8:33,47/14:31,07

Nedenfor har vi tatt med noen av de fremste kvinnelige talentene på 800m og 1500 m i Norge etter 2022 sesongen.

Norske Talenter	400m	800m	1500m/3000m
Josefine Eriksen	52,72	2:02,49	-
Ingeborg Østberg	-	2:03,30	4:09,92/9:18,04
Amalie Sæten	56,96	2:04,80	4:08,81/8:57,18
Malin Hoelsveen	55,70	2:03,28	4:15,41/9:29,84
Amanda G. Frøynes	-	2:03,92	-

Vi ser av tabellen at mange av disse jentene har hatt bra framgang både på 800m og 1500m. Legg ellers merke til den fantastiske framgangen til Josefine Eriksen etter et år i USA med mye sprinttrening i treningsopplegget (52,72 på 400m).

Kapasitetsanalyser av mannlige og kvinnelige mellomdistanseløpere

Tjelta, Enoksen & Tønnessen (2013) har med utgangspunkt i statistikkanalyser (<https://www.worldathletics.org/records/all-time-top-list>) og lang praksiserfaring med mellomdistanseløpere på elitenivå laget veiledende kapasitetsanalyser som viser hvilke testresultater du må oppnå for å løpe på de forskjellige tidene på 800m og 1500m. Se også NFIF`s treningssider. Testresultatene i tabellene nedenfor er veiledende retningslinjer. I noen testøvelser vil du skåre bedre enn oppgitt resultat og i andre øvelser vil du skåre dårligere. Dette avhenger mye av hvilken løpertype du er, din treningsbakgrunn og hvilket prestasjonsnivå du er på. NB. Forfatteren er interessert i å få tilbakemeldinger på disse retningslinjene fra trenere som har oppfølging av løpere på disse prestasjonsnivåene for eventuelt å gjøre korreksjoner/forbedringer.

Tabell 5: Veiledende retningslinjer - Mannlige 800m løpere.

Prestasjon (min)	1.47 – 1.52	1.52 – 1.57	1.57 – 2.02
Hurtighet			
30 m flying (s)	3.05 – 3.20	3.20 – 3.30	3.30 – 3.40
100 m i konkurranse	11.40 – 11.80	11.80 – 12.20	12.22 – 12.60
200 m i konkurranse	22.60 – 23.40	23.40 – 24.20	24.20 – 25.00
Spesiell utholdenhet			
400m i konkurranse	47.5 – 50.0	50.0 – 52.5	52.5 – 55.0
600m (s)	1.18 – 1.21	1.21 – 1.24	1.24 – 1.27
Aerob kapasitet			
VO2 maks. (ml/kg)	70+	65+	65
400m i konkurranse	4000 – 3800	3800 – 3600	3600 – 3400
Anaerob terskel (km/t)	17.5 – 17 km/t	17 – 16.5 km/t	16.5 – 16 km/t
Eksplisiv kraft			
Lengde uten tilløp (m)	2.90 – 2.80	2.80 – 2.70	2.70 – 2.60
10 steg uten tilløp (m)	32 – 31	31 – 30	30 – 29

Tabell 6: Veiledende retningslinjer - Kvinnelige 800m løpere.

Prestasjon (min)	2.02 – 2.07	2.07 – 2.12	2.12 – 2.17	2.17 – 2.22
Hurtighet				
30 m flying (s)	3.40 – 3.50	3.50 – 3.60	3.60 – 3.70	3.70 – 3.80
100 m i konkurranse	12.60 – 12.90	12.90 – 13.20	13.20 – 13.50	13.50 – 13.80
200 m i konkurranse	25.00 – 25.80	25.80 – 26.60	26.60 – 27.40	27.40 – 28.20
Spesiell utholdenhet				
400 m i konkurranse (s)	54.0 – 56.0	56.0 – 58.0	58.0 – 60.0	60.0 – 62.0
600m (s)	1.28 – 1.31	1.31 – 1.34	1.34 – 1.37	1.37 – 1.40
Aerob kapasitet				
VO2 maks.	70 +	65+	60+	60
Coopers test (m)	3400 – 3200	3200 – 3000	3000 – 2800	2800 – 2600
Anaerob terskel (Km/t)	17 – 16 km/t	16 – 15 km/t	15 – 14 km/t	14 – 13 km/t
Eksplisiv kraft				
Lengde uten tilløp (m)	2.60 – 2.50	2.50 – 2.40	2.40 – 2.30	2.30 – 2.20
10 steg uten tilløp	29 – 27	27 – 25	25 – 23	23 – 21

Tabell 7: Veiledende retningslinjer - Mannlige 1500 m løpere.

Prestasjon (minutter)	3.30 – 3.40	3.40 – 3.50	3.50 – 4.00	4.00 – 4.10
Aerob kapasitet				
VO2maks (ml/kg)	90 - 85	85 – 80	85 - 75	75 – 70
Anaerob terskel (km/t)	22 - 19	19 - 18	18 - 17	17 – 16
5000 m i konkurranse	7.30 – 7.50	7.50 – 8.10	8.10 – 8.30	8.30 – 8.50
3000 m i konkurranse	13.00 -13.30	13.30 -14.00	14.00 -14.30	14.30 -15.00
Anaerob kapasitet				
800m i konkurranse (s)	1.44 – 1.48	1.48 – 1.52	1.52 – 1.56	1.56 - 2.00
Eksplisiv kraft				
Lengde uten tilløp (m)	2.80 – 2.70	2.70 – 2.60	2.60 – 2.50	2.50 – 2.40
10 steg uten tilløp	31 – 29	29 – 27	27 – 25	25 -23
Hurtighet				
400 m i konkurranse	48 – 49	49 – 50	50 -51	51 – 52

Tabell 8: Veiledende retningslinjer - Kvinnelige 1500 m løpere.

Prestasjon (minutter)	4.00 – 4.10	4.10 – 4.20	4.20 – 4.30	4.30 – 4.40
Aerob kapasitet				
VO2maks (ml/kg)	75 - 70	70 – 65	65 – 60	60
Anaerob terskel (km/t)	18 – 17.5	17.5 -17	17 – 16.5	16 - 15
5000 m i konkurranse	15.00 – 15.30	16.00 – 16.30	16.30 – 17.00	17.00 – 17.30
3000 m i konkurranse	8.50 – 9.10	9.10 – 9.30	9.30 – 9.50	9.50 -10.10
Anaerob kapasitet				
800m i konkurranse (s)	2.02 – 2.07	2.07 – 2.12	2.12 – 2.17	2.17 - 2.22
Eksplisiv kraft				
Lengde uten tilløp (m)	2.60 – 2.50	2.50 – 2.40	2.40 – 2.30	2.30 – 2.20
10 steg uten tilløp	27 – 26	26 – 25	25 – 24	24 -23
Hurtighet				
400 m i konkurranse	55 – 56	56 – 57	58 -59	59 – 60
200 m i konkurranse	25.5 – 26.0	26.0 – 26.5	26.5 – 27.0	27.0 – 27.5

Fysiologiske faktorer som påvirker mellomdistanseprestasjonen.

Fysiologiske energikrav

I mellomdistanseløp er prestasjonen avhengig av en stor aerob og anaerob kapasitet og en rasjonell bevegelsesteknikk. På disse løpsdistansene må ressursbruken fordeles over lengre tid, og det er da viktig å finne frem til det løpstempo som vil gi løperen det beste resultatet, tidsmessig og plasseringsmessig (Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013; Enoksen & Tønnessen, 2000).

Sentrale aerobe faktorer som påvirker prestasjonen i mellom- og langdistanseløp er maksimal aerob hastighet (vVO_{2max}), aerob kapasitet (VO_{2maks}), løpsøkonomi (LØ), utnyttingsgrad og farten på anaerob terskel (vAT). Evnen til å produsere energi anaerobt (anaerob kapasitet), melkesyretoleranse og løpshurtighet spiller også en rolle, særlig i sluttfasen av løp. For å få informasjon om utviklingen av den aerobe kapasiteten, anbefales det at disse variablene blir testet med jevne mellomrom for å kontrollere effekten av den treningen som blir gjennomført (Sherman et al., 1997).

Alt muskulært arbeid krever energi, og den maksimale evnen til å produsere energi er en sentral faktor for prestasjonen i mellomdistanseløp. Som vi ser av tabell 9, blir det stilt svært ulike krav til aerob og anaerob energifrigjøring for løpsdistansene fra 800 m til maraton. Dette får konsekvenser for hvordan en skal prioritere trening ved ulike intensiteter for de ulike løpsdistansene.

800m og 1500m disiplinene stiller altså krav både til en effektiv aerob og anaerob energileveranse. Topp-prestasjoner i internasjonal mellomdistanseløping krever både stor fart (maksimal sprint kapasitet), maksimal anaerob løpshastighet for eksempel på en 200m og/eller 400m og en høy aerob kapasitet. I et 800m løp er bidraget fra det anaerobe og aerobe energisystemet rapportert i nyere litteratur og forskning til å være 25-40 % og 60-75 % (Enoksen & Tønnessen, 2000; Gjerset et al., 2015), mens kravene på 1500m er henholdsvis 15-25 % og 75-85 %. Variasjonen i energibidrag er større på 800m sammenlignet med 1500m distansen (se tabell 9). I litteraturen er det imidlertid uenighet om hvor mye de anaerobe prosessene bidrar med på de forskjellige løpsdistansene. Martin og Coe (1997) oppgir verdier som vist i tabell 10.

Tabell 9: Estimert prosentvis energibidrag fra anaerobe og aerobe prosesser ved maksimal yteevne på ulike distanser (Enoksen & Tønnessen, 2000).

Løpsøvelse	% av anaerobe prosesser	% av aerobe prosesser
800m	45-55	45-55
1500m	30-35	65-70
3000m	20-25	85-90
5000m	10-15	85-90
10000m	5-10	90-95
Marathon	1-2	98-99

Tabell 10: Estimering av prosentvist energibidrag fra anaerobe og aerobe prosesser ved maksimal yteevne på ulike løpsdistanser. (I: Martin og Coe: "Training distance runners")

Øvelse	% VO_{2maks}	% anaerob	% aerob
800 m	135	43	57
1500 m	112	24	76
3000 m	102	12	88
5000 m	97	7	93
10.000 m	92	3	97
Marathon	82	1	99

Det kan være store individuelle forskjeller i fordelingen mellom energisystemene, avhengig av arvelige faktorer, treningstilstand, prestasjonsnivå og hvilken løpertype utøveren er.

Aerob kapasitet

Den aerobe kapasiteten er bestemt av den totale aerobe energiomsetningen under en øvelse. Det er flere faktorer som bestemmer den aerobe kapasiteten (Gjerset et al., 2015).

- Det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks})
- Hastigheten på VO_{2max} (vVO_{2maks})
- Løpsøkonomien (LØ)
- Anaerob terskelhastighet (vAT)

Det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks})

$VO_{2\text{maks}}$ er utøverens maksimale evne til å ta opp og forbruke oksygen per tidsenhet. Oksygenopptaket måles i l/min eller $\text{ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ (I: Utholdenhetstrening, Tjelta et al., 2013). Siden $VO_{2\text{maks}}$ betraktes som en viktig del av den aerobe utholdenheten blir målinger av denne parameteren ofte brukt som indikator på utholdenhetsnivået.

Mens prestasjoner i tradisjonelle aerobe utholdenhetsidretter er avhengig av å utvikle et høyt maksimalt oksygenopptak eller fraksjonell utnyttning av oksygenopptaket, er vi av den oppfatning at spesielt 800m trening krever en energifrigjøring som optimaliserer interaksjonen mellom de aerobe og anaerobe kravene både i trening og konkurranser. Denne kompleksiteten tillater internasjonalt suksessfulle løpere å ha varierende fysiologiske profiler. For eksempel så finner vi fysiologiske variasjonen fra 65-85 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ for menn på elitenivå. Tilsvarende variasjoner for elite kvinner ligger ca. 10 % lavere som skyldes lavere hemoglobin og relativ kroppsfettprosent (Haugen et al., 2021)

Som en konsekvens av dette kan man slå fast at det er en svak korrelasjon mellom isolerte aerobe prestasjonsbestemmende faktorer og prestasjoner i mellomdistanseløp. En optimalisering av energimobilisering og utnyttning av oksygentransporten (O_2 - kinetikken) og den maksimale anaerobe hastigheten (kapasiteten) spiller ifølge forskningslitteraturen en stor rolle for mellomdistanseprestasjonen.

Den olympiske mesteren på 800m I 1996, Vebjørn Rodal, har her uttalt: «Det hjelper ikke om en kan nå et høyere oksygenopptak i løpet av 5 minutter, når jeg skal passere målstreken på 1.42 minutter».

Løpsøkonomi

En god løpsøkonomi er gitt ved at du har et relativt lavt forbruk av oksygen på en gitt løpshastighet (Svedenhag, 2001). I mellomdistanseløp betyr dette at den som har best løpsøkonomi bruker minst energi per meter. De viktigste faktorene for løpsøkonomien er ifølge Svedenhag (1988):

1. Ytre mekanisk arbeid.
2. Utnyttelse av muskulaturens elastiske komponenter (overføring av energi fra den eksentriske fasen til den konsentriske fasen «gummistrikkeeffekten» under løpingen.
3. Tilstrekkelig styrke i buk og ryggmuskulaturen for å opprettholde en god kroppsposisjon og en best mulig interaksjon mellom de forskjellige muskelgruppene.
4. Utøveren må ha stor nok bevegelighet til å mestre løpingen.
5. Metabolske faktorer som fettforbrenning og effekten av frie radikaler.
6. Koordinering og timing av løpssteget

Det finnes ingen vitenskapelig begrunnet løpsteknikk som passer for alle. Rent mekanisk kan vi lett tenke oss en ideell løpsteknikk, men vi er nå engang ingen roboter og dermed oppstår det variasjoner. Vektstangforholdene hos mennesker er aldri helt identiske. Dessuten vil også de nevro-muskulære funksjoner spille en viss rolle.

Analyser av toppløpere kan gi en antydning om hva som kan være effektive og hensiktsmessige bevegelsesløsninger (arbeidsveier, retninger, kraftinnsats o.l.). Det som avgjør hva som er en god teknikk må sees ut ifra de individuelle forutsetningene til utøveren. Dermed kan vi fastslå at det ikke finnes noen idealmode (Enoksen & Tønnessen, 2000; Nytrø et al., 1988). I denne sammenheng bør vi også skille mellom stil og teknikk. En løpsstil kan se estetisk tiltalende ut, men trenger ikke være den mest rasjonelle bevegelsesmåte for den enkelte. En mer inngående analyse av biomekaniske faktorer som virker inn på løpsteknikken i mellomdistanseløp kommer i neste nummer av Fagnytt.

Anaerob terskelfart

Det er den høyeste arbeidsbelastning under kontinuerlig dynamisk arbeid, med relativt store muskelgrupper, hvor melkesyreproduksjonen (Hla) i blodet er tilnærmet konstant. Dvs. at det er likevekt mellom produksjon og eliminering av Hla. Hadde en ytterligere øket arbeidsbelastningen, ville det ført til en opphopning av Hla (metabolsk acidose). Dette ville igjen ført til at muskelarbeidet måtte reduseres (Seiler et al., 2009).

Gjennom fysiologiske tester vet vi at mannlige langdistanseløpere på elitenivå bør ha VO_{2maks} mellom $80-85 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, (Coe, 1996) samt en hastighet (v) ved AT på 21-23 km/t. For kvinnelige langdistanseløpere på elitenivå er det målt mellom 75 og 80 milliliter i maksimalt oksygenopptak og en AT hastighet (vAT) på 18-19 km (Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013). De individuelle variasjonene i testresultat kan imidlertid være store. Løpere kan kompensere svake sider med spesielt sterke sider. Vi kan skille mellom to løpertyper med ulike fysiologiske egenskaper på elitenivå. Den ene kategorien har en høy VO_{2maks} kapasitet og løpshastighet på (vVO_{2maks}), men en relativt sett dårligere løpsøkonomi ($LØ$), mens den andre kategorien har et motsatt forhold. Mye kan tyde på at god løpsøkonomi og høy terskelfart (vAT) korrelerer bedre med prestasjoner i langdistanseløping enn VO_{2maks} (Gjerset et al., 2015). Flere kilder hevder at det er hastigheten på VO_{2max} (vVO_{2max}) som korrelerer høyest med prestasjonen både på 800m og 1500m (Haugen et al, 2021).

Anaerob kapasitet

Anaerob kapasitet er definert som den største mengden energi som kan frigjøres anaerobt (Bahr et al., 1992; Gjerset et al., 2015). Hvis hele den anaerobe kapasiteten skal utnyttes, må to krav oppfylles:

1. Arbeidet må fullføres til utmattelse.
2. Arbeidet må vare i 1,5 til 2 minutter for at en skal utnytte hele den anaerobe kapasiteten.

Det som er viktig å vite er at det alltid vil være en betydelig aerob energiomsetning selv når en utnytter hele sin anaerobe kapasitet. En annen ting er at under krevende arbeid kan ikke de anaerobe energikildene bygges opp igjen. Dette pga. at musklene trenger oksygen for å bygge opp kreatinfosfatet igjen og å omsette melkesyren, og det er oksygen som er mangelvare under hardt fysisk arbeid som f.eks. 800m og 1500m løp.

Anaerob kapasitet kan bestemmes med en løpetest på tredemølle (Bahr et al., 1992). Utøveren løper til utmattelse på en belastning som tilsvarer 130-140 % av VO_{2max} , og varigheten må ligge mellom 2-2 ½ minutt. Dvs. at testen kan utføres slik at utøveren løper i 800m konkurransefart, da 130-140 % av VO_{2maks} tilsvarer et 800m konkurranseløp (Martin og Coe, 1997). Man kan etter testen beregne det akkumulerte O_2 -underskuddet, og utfra det avgjøre om utøveren har en god anaerob kapasitet.

Den anaerobe kapasiteten har fått mindre oppmerksomhet i forskningslitteraturen sannsynligvis fordi denne kapasiteten er vanskeligere å måle (kvantifisere).

Bachero-Mena et al., (2017) har rapportert en sterk sammenheng mellom 800m prestasjonen og sprintløp over 20m ($r=0.72$) og 200m ($r=0.84$) hos mannlige nasjonale og internasjonale 800-m løpere (1:43-1:58). Peter Coe (far og trener til Sebastian Coe) (Coe, 1996) og Arhur Lydiard (Lydiard et al., 1997) (trener til Peter Snell som tok olympiske gull på 800m og 1500m i OL i Tokyo i 1964) har argumentert med at verdens beste mannlige 800m løpere må være i stand til å løpe en 200m på under 22.5 sekunder for å ha en tilstrekkelig anaerob kapasitet før store konkurranser. Dersom vi ser dette i forhold til Vebjørn Rodals prestasjoner på 800m, hadde han en personlig rekord på 200m på 21.9. Tilsvarende hurtighetskrav for hurtige kvinnelige mellomdistansetyper i verdenstoppen er tider under 25 sekund på 200m.

Flere litteraturkilder hevder at løperens maksimal anaerobe hastigheten – dvs. den maksimale løpsfarten på 400m korrelerer høyest ($r = 0,84$) med prestasjonen på 800m for løpere på internasjonalt nivå (Nurmekivi, 1991, Vittori, 1996).

Ifølge forskere og trenere (Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013) skiller gode internasjonale løpere på 800m seg fra de dårligere løperne ved at de har en høyere anaerob kapasitet. Den største forskjellen mellom nasjonal og internasjonal elite, er at den internasjonale eliten har bedre 400m tider enn den nasjonale. I aerob kapasitet (VO_{2maks}) er nivået helt likt, og de antropometriske målene er også de samme.

Dette forsterker teorien om at 400m tiden er mest avgjørende for resultatet på 800m på et høyt nivå. Vebjørn Rodal hadde en løpsfart på 400m på 46.56 det året han løp fortest på 800m (1:42,58), mens hans maksimale oksygenopptak lå jevnt på 73-74 mml/kg/min.

Slike løpsprestasjoner er altså bestemt av en kombinasjon av anaerobe energibidrag og evnen til å overføre energi til i den hastigheten som kreves på distansen (800m). Kraftutvikling og løpsteknikk er også nøkkelfaktorer som underligger de anaerobe prestasjonsbestemmende faktorer (Haugen et al., 2019, 2021). Verdens beste mannlige mellomdistanseløpere kan oppnå en hastighet på nærmere 10 m. s⁻¹, mens de fremste kvinnelige løpere er i stand til oppnå > 9 m. s⁻¹.

Mellomdistanseløpere må altså være i stand til å oppnå en høy maksimal fart for å nå et høyt internasjonalt nivå. På den annen side kommer ikke en høy maksimal sprintevne til nytte om ikke en høy % av denne hastigheten kan bli opprettholdt i 100 s – 240s. Dette krever en kompleks integrasjon av muskulær kraft (Sjodin & Svedenhag, 1984), metabolsk effektivitet, biomekanisk effektivitet og evne til å motstå tretthet – tretthetsutholdenhet på muskelfibernivå. Valg av løpsopplegg (løpsøkonomi) og «pacing» strategier vil også virke inn på sluttresultatet. *Hvis man da skal starte talentsøk etter framtidige gode internasjonale 800m løpere, må man ifølge analysen ovenfor lete etter løpertyper som har en naturlig hurtighet, dvs. 400m tider rundt 46-47 sekunder for menn og 51-52 sekunder for kvinner. I tillegg må de ha en god anaerob kapasitet og tåle aerob trening for 1500m.*

Treningsprinsipper i mellomdistanseløp

Et høyt prestasjonsnivå i mellomdistanseløp er resultatet av mange års hard trening, der utøverne prøver å tilpasse kroppen til spesifikke krav som stilles. Treningstilpasning eller adaptasjon er summen av de endringene som skjer etter mer eller mindre systematisk trening over tid. For små trening stimuli vil ikke gi positiv effekt, mens for store treningsbelastninger vil føre til stagnasjon eller negativ prestasjonsutvikling, ofte som følge av skader eller overtrening. Ved all aerob treningspåvirkning (50-100% av VO_{2maks}) får vi en viss forbedring av både sentrale og perifere faktorer. Spørsmålet er hvilken treningsmengde og intensitet som gir den beste treningseffekten, og hvordan en skal sette sammen de ulike treningsformene i best mulige treningsopplegg for den enkelte utøver.

Begrepet treningsmengde blir ofte brukt om varigheten eller volumet på trening, uttrykt i tid eller kilometer. I norsk treningslærelitteratur defineres derimot treningsmengde som den totale treningsinnsatsen/belastninga, altså produktet av treningsvolum og treningsintensitet (Gjerset et al., 2015). Her vil begrepet mengde bli brukt på denne måten. I mellomdistanseløping uttrykker et ofte treningsvolum som antall kilometer, og treningsintensitet som løpstid pr. distanse eller prosent av HF_{maks}/VO_{2maks}. Det er òg vanlig at kvalitet markerer høy intensitet og kvantitet uttrykker volum.

Proessen for å oppnå treningsadaptasjon er et samspill mellom belastning og restitusjon og prinsippet om progressive økende treningsbelastning (overload) refererer seg til et gradvis økende stress som kroppen blir utsatt for under trening. Kapasiteten til å gjennomføre og absorbere harde treningsøkter er både spørsmål om evne til adaptasjon over tid og utøvernivå (talent).

I mellomdistanseløp er det samspillet av eksterne belastningsfaktorer som volum, varighet og intensitet og psykofysiologiske interne belastningsfaktorer som hjertefrekvens, blod laktatverdier og RPE (subjektiv vurdering av påført trenings-belastning) som avgjør treningspåvirkningen (se analyser i tabell 12 og 13). Mens total løpsdistanse (km/uke) er den mest rapporterte belastningsfaktor i vitenskapelig og beste praksis litteratur, mener en del eksperter at en vurdering av RPE eller trening impuls (Trimp; min x RPE) er mer nyttig som analyseverktøy av påført treningsbelastning. Flere forskningskilder (Haugen et al., 2021) indikerer også at framtidige analyser av treningsbelastningen i mellomdistansetrening må ta hensyn til biomekaniske eksterne faktorer (analyse av løpsteknikk) i landingsfasen i løpsstyklusen (fotisett, fotvinkel, bakkekontakt og legg stivhet) for å kunne identifisere en mer presis identifikasjon av treningsstress. Se kapittel om biomekaniske faktorer i neste nummer av Fagnytt - Del 2. Treningsmengde eller/og intensitet

En mengdetreningsmodell legger i grunnlagsperioden nesten utelukkende vekt på aerobe kvaliteter, og innebærer et stort antall kilometer med relativt lav intensitet i form av langkjøring. Begrepet mengdetrening sikter her til at volumet på treningen er stort. Denne treningen skal gjøre løperen i stand til å tåle en periode med mye hard, intensiv trening før konkurransesesongen bedre. Utvikling av aerob kapasitet blir sett på som det viktigste treningsmålet.

I motsetning til mengdetreningsmodellen vil en mer intensiv treningsmodell inneholde en stor del trening med høy og svært høy intensitet, også i grunnlagsperioden. Den aerobe treningspåvirkningen skjer med høyere intensitet, men med mindre volum. Aerob kvalitetstrening gjennom løping på konkurransefart blir prioritert høyere gjennom hele treningsåret enn tilfellet er for mengdetreningsmodellen. Det samme gjelder trening av de anaerobe egenskapene. En vil kunne hevde at større andel intensiv trening fører til mer konkurransespesifikke treningstilpasninger, noe som kan gjøre ekstrem "kilometersanking" overflødig. En mengde-treningsmodell passer nok best for langdistansetrening, mens den intensive treningsmodellen nok er best egnet for mellomdistansetrening.

Tabellen nedenfor viser en liste over gode internasjonale 800m og 1500 m løpere og deres personlige rekord på 400m, 800m og 1500m. I tillegg viser den forholdet mellom bestetider på 400m og 800m, samt treningsvolumet til hver enkelt løper per måned (Horwill, 1995, 1996).

Utøver	400m	800m	Forholdstall (400/800m)	1500m	Treningsvolum
Sebastian Coe	46.87	1:41.73	4.0 sek	3:29.71	400
Steve Ovett	47.50	1:44.08	4.0 sek	3:30.77	600
Steve Cram	48.00	1:42.88	3.5 sek	3:29.67	600
Joachim Cruz	46.00	1:41.77	4.8 sek	3:36.40	400
A.Juantorena	44.26	1:43.44	7.5 sek	3:43.30	170
R.Wohlhuter	48.20	1:43.40	3.5 sek	3:36.40	500
W.Wulbeck	47.83	1:43.63	4.0 sek	3:33.74	400
AFiansconaro	43.50	1:43.70	6.3 sek	-	190
I.Van Damme	46.40	1:43.80	5.5 sek	3:36.26	400

Forholdstallet mellom 400m-tiden og 800m-tiden regnes ut på følgende måte;
 Beste tid på 800m – beste tid på 400m x 2/2. Eksempelvis for Sebastian Coe:
 $1:41,73 - (2 \times 46.87)/2 = 1.41.73 - 1.33.74/2 = 4 \text{ sek}.$

Tendensen er at de hurtige løpertypene på 800m og 1500m skiller seg ut ved at de har en god prestasjon på 400m. Vi ser også at denne typen har et forholdstall mellom 400m og 800m som er klart høyere enn de andre løpertypene. Samtidig er også treningsvolumet lavere hos de hurtige løpertypene.

Analyser av treningen til verdens beste 1500m løper – Hisan El Gerouch viser at han løp ca. 160 km i uka i grunntreningsperioden og 130km i konkurranseperioden. Dagens beste løpere på 1500m og 5000m (bl.a. Jakob Ingebrigtsen) løper i gjennomsnitt mellom 160km og 180km i uken = ca. 600 - 700km per måned.

Treningsprogresjon i mellomdistanseløp

Prinsippet om progressiv belastning er avgjørende for å fremme prestasjoner over tid og redusere risikoen for skader og overtrening/feiltrening. Mange skader oppstår ved en for hurtig og stor økning i treningsmengde (km løpt per uke). Gjennom de første 8-12 ukene i et treningsår er det generelt akseptert i mellomdistansemiljøet at løpsvolumet økes gradvis (Haugen et al., 2021; Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013).

For elite utøvere, bør de første treningsukene bestå av ~ 40–60% av den treningsmengde som er planlagt i en maksimal uke, med en økning av ~ 5–15 km hver uke inntil maksimalt volum er nådd. Denne økningen skjer hovedsakelig ved å øke treningsfrekvensen i den innledende

treningsfasen, for så å øke varigheten/lengden på de individuelle treningsøktene. Når topp treningsvolum er nådd, blir den videre progresjon i treningsbelastning å øke omfanget av intensitet i den intensive treningen. Den langsiktige progresjonen avhenger av treningserfaring og individuelle forutsetninger, men den totale treningsmengden i en topp treningsuke kan øke opp til 10 % per år gjennom de sene ungdomsårene hos veltrente utøvere (Haugen et al., 2021). En svært vanlig periodiseringsmodell i det praktiske treningsarbeidet er at mer intensiv trening blir introdusert etter som konkurransesesongen nærmer seg mens treningsmengden (det totale løpsvolumet) blir gradvis redusert. I denne sammenheng må man også vurdere hvilket treningsunderlag og løpesko man velger. Det er generelt antatt at jo hardere underlag man løper på desto høyere mekanisk belastning og reaktive krefter blir påført underkstremitetene (beinas muskulatur) (Haugen et al., 2021).

De fleste eliteløpere gjennomfører lavintensitetsøkter på mykt terrengunderlag (terreng, skog gress veier etc.), mens høyintensive løpe- og sprintøkter blir utført med piggsko på løpebaner med syntetiske banedekke (tartan og monodekte).

Siden slike økter er assosiert med høy muskulær belastning bør ikke slike økter foregå på påfølgende dager ifølge anakjente trenere og utøvere (Haugen et al., 2021).

Treningsadaptasjoner er spesifikke til det påførte stimuli. Dette innbefatter relevant muskelbruk, hastighet på bevegelser (stegfrekvens og steglengde), bevegelsesutslag og hvilket energisystem som er involvert. I mellomdistanseløp stilles krav både til det anaerobe og aerobe systemet. Basert på et sammendrag/syntese av den beste praksislitteraturen (Haugen et al., 2021), er de meste brukte treningsmetodene på mellomdistanse beskrevet i tabell 12. Disse metodene referer til tidligere vitenskapelige forskningsartikler og best praksis når det gjelder fysiologisk adaptasjon og responser innen mellomdistanseløping (Tjelta, Enoksen & Tønnessen, 2013).

Mange suksessfulle utøvere i mellomdistanseløp supplementer sin spesifikke trening med alternative treningsaktiviteter – såkalt crosstrening (Gjerset et al., 2015). Argumentene som støtter opp om en slik non-spesifikk trening er å unngå skader, tilføre aerobe fordeler, styrke svake "weak links" og unngå treningsmonotoni. Den beste "practice" coaching litteraturen innen mellomdistansetrening indikerer at "cross training" (sykling, svømming, løping i vann, skigåing) blir mye brukt under rehabiliteringsprosesser fra skader (Haugen et al., 2021). Likevel skal det ikke underslås at bruk av slike alternative aktiviteter er en mye brukt strategi for å regulere belastningsnivået i ulike mellomdistanseopplegg.

Andre mindre spesifikke treningsformer som styrketrening og plyometrisk trening er mye brukt for å underbygge de anaerobe prestasjons-parameterne i mellomdistansetrening (Sjødin et al., 1984). Selv om disse treningsformene ikke er spesifikke i forhold til den holistiske løpebevegelsen, vil de forebygge musklens evne til å adaptere re og tåle større treningsbelastninger – løpsmengder/intensitet.

Treningsmetoder

Majoriteten av treningsintervensjon studier i mellomdistanseløp konstaterer at det er en betraktelig variasjon når det gjelder adaptasjon av et treningsstimuli. Individualiseringsprinsippet indikerer at treningsbelastninger må bli adaptert og optimalisert i forhold til individuelle forutsetninger (prestasjonsnivå, trening status/alder, kjønn, rehabilitering/skadestatus og fysiologiske og strukturelle/mekaniske profiler, for å maksimere resultateffekten).

Et review av «best practice» litteraturen viser at verdens beste mellomdistanseutøvere har trent etter substansielt forskjellige treningsprogram. Disse forskjellene er relatert til de spesifikke treningsmetoder og utviklingsprofilen til verdens beste mellomdistanseutøvere som er vist i tabellen 12 nedenfor (Haugen et al., 2021).

Tabell 12. Treningsmetoder, treningssomfang og treningsintensitet til noen av verdens beste mellomdistanseløpere.

Treningsmetode	Treningsomfang	Treningsintensitet
Kontinuerlig løping Oppvarming og restitusjonsløp	3-5 km	4:00-4:45 og 4:30-5:15 min·km ⁻¹ for menn and kvinner
Rolig langkjøring	60-90 min	3:30- 4:00 og 4:00-4:30 min·km ⁻¹ for menn og kvinner
Anaerob terskel trening	15-40 min	2:55-3:15 og 3:10- 3:30 min·km ⁻¹ for verdens beste mannlige og kvinnelige mellomdistanseløpere
Fartlek	30-60 min	Intensiteten varierer etter lyst og følelse
Progressiv langkjøring	40-60 min	Første halvdel (20 min) i rolig langkjøringsfart + 20min i anaerob terskelfart
Intervall Anaerobe terskel intervaller	3-10 m repetisjoner (25-40 min) En tommelfingerregel er at pausen mellom intervaller er ca. 1 min jogging per 5 min løping	Typiske økter 8-12×800-1000-m med 1 min. pause eller 4-8×1500-2000- m med 1-2 min. pause eller 2-4×10 min med 2-3 min pause.
VO _{2maks} intervaller	Intervaller med 2-4 min varighet (15-20 min)	3-5 km fart, med 2-3 min pause Typiske økter: 4-7×800-1000 m eller 2× (6×400 m) med 30-60 s pause mellom intervaller og 2-3 min pause mellom serier
Laktat toleransetrening	200m to 600m intervaller Totalt løpt distance er 800-2500m	800-1500 m løpsfart med 1-3 min pause Typiske økter: 5-7×300 m med 3-5 min pause, 3-5×400 m med 7-15 min pause, eller 600-500-400-300-200 m med 6-15 min pause
Bakkeløp med 5-10% stigning	15s - 4 min	Typiske økter: 20-30×100-200m m med 90 s pause, eller 6-8×800-1000 m med lett jogg ned bakke som pause. Bakkeløp er hovedsakelig gjennomført i forberedende perioder
Sprinttrening. Målet med disse øktene er å utvikle eller opprettholde den maksimale løpshastigheten uten å produsere høye laktatverdier. «Time trials» (se kap. Kapasitets-analyse)	5-20 s sprintløp i maksimal eller nær maksimal innsats	Er mye brukt i forkant (7-10 dager) av viktige konkurranser Denne treningen kan bli utført som akselerasjonsløp, progressive løp over 100-150m eller flying sprintløp over 30- 60m.

Treningsintensitet

Mens treningsvolum kan bli kvantifisert på en enkel måte gjennom å summere antall treningsøkter, treningstimer og km, er det mer komplisert å kvantifisere treningsintensitet. I vitenskapelige studier som omhandler elite-utøvere har det blitt benyttet/utviklet en 3-delt og 5-sone intensitetskala som er basert på enten på ytre arbeidsbelastning (løpshastighet eller spesielle treningstyper), indre fysiologiske responser (VO_{2maks}, blod laktat og/eller hjertefrekvensområder) eller hvordan treningen har blitt gjennomført (Seiler et al., 2006, 2010) Disse skalaene er imidlertid ikke anvendelige for mellomdistanseløpere fordi deler av deres trening blir utført med betraktelig høyere intensitet og fordi mellomdistanseløperes fysiologiske treningsresponser er forskjellige fra andre aerobe utholdenhetsutøvere ved at de må tolerere høyere blodlaktat nivåer.

Ledende trenere og utøvere innen mellomdistansetrening har utviklet en alternative treningssonemodeller, uten at det har blitt oppnådd full enighet/konsensus om disse (Haugen et al., 2021). Dersom man skal beskrive og sammenlikne treningskarakteristika kreves det en felles intensitetsskalering. For å kunne identifisere treningsforskjellene mellom 800- og 1500m løpere mer i detalj har vi utviklet en 5- og 9-delt intensitetssonemodell (se tabell 13) basert på en integrasjon av vitenskapelig dokumentasjon og «best practice» litteratur (Haugen et al., 2021). Den intensitetskalaen som er beskrevet i tabell 13 kan bli brukt som et rammeverk for forskere og praktikere i mellomdistanseløping. Her er det vanlig å operere med ulike intensitetssoner (9-delt eller 5-delt) relatert til % av HF_{maks} , VO_{2maks} eller laktatkonsentrasjon i blodet (La^-), selvopplevd anstrengelse (RPE), TTF og restitusjonstid (Haugen et al., 2021).

Tabell 13. Intensitetskala for mellomdistanseløp på høyt intensjonalt nivå (5- og 9-delt skala, laktatnivå mmol-, hjerterefrekvens (HR), selvopplevd anstrengelse (RPE), løpsfart, pauser og treningsmetoder.

9delt	5delt	Laktat mmol-	HR %	VO2 maks %	RPE 6-20	Løps tider min	Løps- Lengde m	Pauser min	Treningsmetoder
9	SST	-	-	-	-	0:08	60	1-3	Sprinttrening -Maks
8	SST	-	-	-	-	0:15	60-120	1-3	Progressive løp
7	VHIT	>12	n/a	115 -140	16	1	120-600	3-15	Anaerob maks.prod.
6	VHIT	>12	n/a	100 -114	14	4	8-1500	0:30-3	Anaerob toleranse
5	HIT	8-12	>93	90 - 99	12	15	3-5000	1-3	VO_{2maks} intervaller
4	HIT	4-8	88-92	85 - 89	12	30	10.000	1-3	VO_{2maks} intervaller
3	MIT	2.5-4	83-87	80 - 84	10	60	Halvm.	1-2	Anaerob terskel Intervaller
2	LIT	1.5-2.5	73-82	70 - 79	8	120	Maraton	-	Anaerob terskel kontinuerlig løping
1	LIT	<1,5	60-72	55 - 69	6	-	-	-	Restitusjon

5-delt skala: LIT – Lav intensitet, MIT – Moderat intensitet, HIT – Høy intensitet, VHIT – Svært høy intensitet, SST – maksimal hastighet.

Standardiserte intensitetsskalaer har blitt kritiserte av mange grunner fordi de vil ikke kunne fange opp individuelle variasjoner i forhold til de fysiologiske variablene (VO_{2maks} , hjerterefrekvens og blodlaktat konsentrasjoner). Utøvere må derfor kultivere sin egen evne til å «føle» hva som er rett intensitet - sone – etter som denne integrerer tre former for feedback – løpshastighet, fysiologiske responser og selvopplevd anstrengelse. Intensitetsskalaer i mellomdistansetrening må derfor benyttes med varsomhet og nøye tilpasses den enkelte løpers kapasitet (løpstype, treningsbakgrunn og prestasjonsnivå (Haugen et al., 2021).

Moderne utholdenhetstrening blant elite utøvere er i dag dominert av hyppige økter og et høyt volum med lav intensitetstrening kombinert med mindre mengder av høy intensitetstrening organisert som 2-4 nøkkeløkter i de fleste treningsukene. Denne treningsorganiseringen blir også brukt for veltrente og verdens ledende mellomdistanseløpere (Haugen et al., 2021), selv om 800m løpere benytter en større andel med trening på høyere intensiteter enn 1500m løpere. Vi vil understøtte at den basale intensitetsdistribusjonen som benyttes av 800m og 1500m ofte er forankret i en spesiell treningskultur hvor den fysiologiske forståelsen og selvorganiserte krefter styrer treningspåvirkningen. Her kommer også innflytelsen fra sterke trenerpersonligheter inn i bildet.

Litteraturreferanser i Del 1.

Bachero-Mena B, Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Mora-Custodio R, González-Badillo (2017). Relationships between sprint, jumping and strength abilities, and 800 m performance in male athletes of national and inter - national levels. J Hum Kinet. 2017;58:187–95.

Bahr et al., (1991) *Testing av idrettsutøvere*. Universitetsforlaget AS

Coe, P. (1996) *Winning running: successful 800 m & 1500 m racing and training*. Crowood Press.

Enoksen & Tønnessen (2000) *Friidrett Fordypningsbok*. Gyldendal Forlag. Oslo

Horwill, F.J. (1996) Analysis of and training for the 800m metres event. *Athletic Coach*, 30(4) 5-7.

Horwill, F.J. (1995) Solving the 800m metres puzzle. *Peak Performance*, april 1993 (31)., 3-5.

Gjerset et al., (2015) *Idrettens Treningslære*. Gyldendal Norsk Forlag. Oslo

Haugen, T, Sandbakk, Ø, Enoksen, E, Seiler, S & Tønnessen, E. (2021) Crossing the Golden Training Divide: The Science and Practice of Training World-Class 800- and 1500-m Runners». *Sports Medicine*.

Haugen T, Solberg PA, Morán-Navarro R, Breitschädel F, Hopkins W, Foster C. (2018) Peak age and performance progression in world-class track-and-field athletes. *Int J Sports Physiol Performance*. 2018;13:1122-9

Haugen T, Seiler S, Sandbakk Ø, Tønnessen E. (2019) The training and development of elite sprint performance: an integration of scientific and best practice literature. *Sports Med Open*. 2019;5:44

(<https://www.worldathletics.org/records/all-time-top-list>),

Larsen HB, Sheel AW. (2015) The Kenyan runners. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25:110-8.

Lydiard A, Gilmour G. (1997) Running to the top. *Meyer & Meyer*;

Lydiard A. (2017) Running with Lydiard: greatest running coach of all time. 3rd ed. *Meyer & Meyer Sport*;

Moesch et al., (2011) - Late specialization: The key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scand J Med Sci Sports*.

Martin D.E, Coe P. (1997) Better training for distance runners. 2nd ed. *Human Kinetics Publishers*; 1997.

Martin, D.E. (1996) Speed in the 800 metres. *I: New studies in athletics, nr. 4*.

Martin, D.E. & Coe (1997) Training Distance Runners, 2 utg. *Human Kinetics*, Leeds.

Nurmekivi, A. (1991) Thoughts about adaptation in middle distance running training. Middle Distances. *Contemporary Theory, Technique and training*, 20-24. Jarver, J.Tafnews Press.

Nytrø, A., Enoksen., & Hetland, S. (1988) *Friidrettsteknikk*. Norges Friidrettsforbund, Norges idrettshøgskole og Universitetsforlaget. Oslo.

Sandford G, Stellingwerf T. (2019) Question your categories: the misunderstood complexity of middle-distance running profiles with implications for research methods and application. *Front Sports Act Living*. 2019;1:28

Seiler S, Tønnessen E. (2009) Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*. 2009;13:32-53.

Seiler S. (2010) What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int J Sports Physiol Perform*. 2010;5:276-91.

Seiler K.S, Kjerland G.Ø. (2006) Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sport*. 2006;16:49-56.

Sherman, C., & Selig. (1997) Physiological testing – an important factor in the training of junior middle distance athletes. I: Jarver (red.) *Middle distances, contemporary, technique and training*, 4.utg. *Tafnews Press*.

Sjødin, B. & Svedenhag, J. (1986) *Effekten av spesiell styrketrening før medel- og långdistanseløpare*. Rapport från Idrottens forskningsråds konferens på Bosøn 1984.

Svedenhag, J. (1988) Fysiologiska faktorer inom medel- og långdistanslöpning. I: A. Forsberg & Saltin. (red) *Konditionsträning*, 236-245: Bohuslänningens Boktryckeri AB.

Svedenhag, J. (2001) Running economy. I: *Running & Science*, c2001,85-107. Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet, Munksgaard, København.

Tjelta LI. (2013) A longitudinal case study of the training of the 2012 European 1500 m track champion. *Int J Appl Sports Sci*. 2013;25:11-8.

Tjelta LI. (2019) Three Norwegian brothers all European 1500 m champions: what is the secret? *Int J Sport Sci Coach*. 2019;14:694-700.

Tjelta, Enoksen & Tønnessen (2013) *Utholdenhetstrening*. Forskning og beste praksis. Cappelen Damm Akademisk. Oslo.

Tønnessen E, Svendsen I, Olsen IC, Guttormsen A, Haugen T. (2015) Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PLoS ONE*. 2015;10:e0129014

Vittori, C. (1996) Speed in the 800 metres. I: New studies in athletics, nr. 4.