

Leif Inge Tjelta

Hva er kondisjon ?

Utholdenhetstrening styrker hjertet, øker energiomsetningen og er med på å forebygge en rekke livsstilsykdommer. Studier har vist at sedate personer kan oppnå en helsegevinst ved å øke det ukentlige aktivitetsnivået tilsvarende en energiomsetning på 700-2000 kilokalorier (kcal) per uke. 1000 kcal tilsvarer tre ukentlige spaserturer hvor farten er 5,5km/t, eller fire ukentlige sykkelturner a 30min med en fart på ca 20km/t. Jo mer en sedat person makter å øke sin kondisjon, dess større er helsegevinsten.

En bedring av kondisjonen er direkte relatert til hyppigheten, intensiteten og varigheten av den fysiske aktiviteten (treningen). Det maksimale oksygenopptaket blir oftest klassifisert som den viktigste faktoren når en skal måle personers fysiske kapasitet. Viktig er også muskelstyrke og bevegelighet. Jeg vil nå si noe om hva kondisjon er, og hva som skjer i kroppen vår når vi driver kondisjonstrening.

- Kondisjon eller utholdenhet blir gjerne definert som evnen til å jobbe med høy intensitet over lang tid, eller evnen til å unngå tretthet. I hovedsak er det mengden av oksygen kroppen kan ta opp og nyttiggjøre seg per tidsenhet (det maksimale oksygenopptaket) som bestemmer en persons kondisjon. Personer som presterer godt i utholdenhetsidretter har derfor alltid et høyt maksimalt oksygenopptak.

For å bevege oss trenger musklene energi, og denne energien får de fra næringsstoffene i maten vi spiser, i hovedsak fett og sukker. Det er flere systemer som frigir energi fra næringsstoffer, men den store energileverandøren er det oksygenkrevende energisystemet der fett og sukker forbrennes og ender som karbondioksid og vann. Denne forbrenningsprosessen avgir energi, og mengden oksygen som forbrukes gir et presist bilde av hvor mye energi som omsettes. Ved å måle oksygenopptaket kan vi derfor få et presist mål på energiomsetningen. Oksygenopptaket kan måles med stor nøyaktighet i et fysiologisk laboratorium.

I hvile er oksygenopptaket 0,2–0,3 liter per min. Om vi hviler hele døgnet vil vi forbruke 1400–2000 kilokalorier. De fleste av oss er imidlertid i bevegelse deler av dagen, og for normalt aktive er energiomsetningen rundt 2500–3000 kilokalorier på en dag. Om vi går i raskt tempo (6 km/t), øker oksygenopptaket til 4 ganger hvileverdien, og en som løper i 20 km/t (3 min per km), har et oksygenopptak som er over 20 ganger høyere. Verdens beste løpere kan løpe maraton (42195meter) i denne farten. Dette tilsvarer 14 runder rundt Mosvannet hvor hver runde løpes på ca 9min. De kan m.a.o. arbeide med høy intensitet over lang tid.

Hva er det så som bestemmer det maksimale oksygenopptaket? Luften rundt oss inneholder ca 21 % oksygen, og oksygenet i luften skal transporteres til cellene våre for å brukes i forbrenningen av næringsstoffene. Til denne transportoppgaven har vi luftveiene, lungene, blodet, hjertet og blodåresystemet. Jeg skal nå kort forklare hvordan hvert av disse systemene løser sin oppgave og om de eventuelt kan representere en begrensning for transportkapasiteten. Jeg vil starte med blodet og blodets rolle. Om vi forstår hvordan blodet transporterer oksygen, er det lettere å vurdere de andre systemene.

Blodet

Blodet består i hovedsak av blodceller og plasma. Plasma er en væske som inneholder en rekke stoffer, bl.a. næringsstoffer og salter. Blodcellene utgjør normalt 40–45 % av blodet. Ca 99 % av alle blodcellene er røde blodceller, og det er disse som transporterer oksygen. De resterende blodcellene er hvite og er del av vårt immunforsvar. Hovedoppgavene til de røde blodcellene er å transportere oksygen og til dette inneholder de store mengder av et protein som heter hemoglobin. Hemoglobinet inneholder jern, og det er til jernatomene at oksygenet binder seg.

Konsentrasjonen av hemoglobin er normalt 150gram per liter blod hos menn, og 135gram per liter blod hos kvinner.

1gram hemoglobin kan binde 1,34milliliter oksygen. Dersom en person har 150gram hemoglobin per liter blod vil dette binde $150 \times 1,34 = 200$ milliliter oksygen per liter blod. Dette kalles for blodets oksygenkapasitet. Dersom hemoglobinkonsentrasjonen er lavere enn normalt, vil blodets oksygenkapasitet også være lavere. Høgere hemoglobinkonsentrasjon gir høgere oksygenkapasitet. Hemoglobinkonsentrasjonen er m.a.o avgjørende for hvor mye oksygen blodet kan frakte. Dette betyr det at de med høy hemoglobinkonsentrasjon har en fordel framfor de med lav, og det er dette som er bakgrunnen for at bloddoping og høydetrening virker. Det fins imidlertid en øvre grense for hvor høy konsentrasjonen kan bli fordi flere blodceller også gir "tykkere" blod og større motstand mot blodstrømmen i årene. Hvor stor konsentrasjonen kan være er det ingen som vet eksakt, men noen idrettsforbund har satt en øvre grense for hva som er tillatt. Dette er gjort både fordi "tykt" blod kan være helsefarlig, samtidig som det reduserer faren for bloddoping blant idrettsutøvere. Det er i de tynneste blodårene som ligger rundt muskelfibrene at oksygenet går fra blodet og over i muskelcellene for å brukes i energiomsetningen. Den oksygenmengden som avgis til vevet per liter blod kalles for utnyttningen. Av de ca 200millilitrene med oksygen, per liter blod, som er i de store blodårene (arteriene) som går ut fra hjertet, så trenger bare kroppen ca 50 av disse til energiomsetningen i hvile. Ved økt arbeidsintensitet øker utnyttningen, og ved maksimal intensitet kan den være 150milliliter oksygen per liter blod. Hos godt utholdenhetstrente personer vil utnyttningen være noe høyere. Dette fordi det skjer kvalitetsendringer i det arbeidende musklene som gjør dem i stand til å ta opp mer av oksygenet de blir tilbudt.

Lungene

Lungenes hovedoppgave er å fylle blodet opp med oksygen. Luftutvekslingen i lungene (ventilasjonen) øker i takt med arbeidsbelastningen. I hvile puster vi 5–6 liter luft per min. Ved lette arbeidsbelastninger puster vi 20–25 liter for hver liter oksygen vi tar opp. Det vil si at om vi øker arbeidsbelastningen fra en belastning som krever et oksygenopptak på 2 liter per min til en som krever 3 liter per min vil ventilasjonen øke fra om lag 44 til 66 liter luft per min. Om belastningen er høy, øker dette forholdet, og ved maksimale belastninger puster vi rundt 40 liter per liter oksygen opptatt. Det vil si at en person som arbeider på en nær maksimal belastning og har et oksygenopptak på 5 liter O₂ per min puster rundt 200 liter luft per min. Lungene har en maksimal kapasitet til å overføre oksygen til blodet, og denne kapasiteten øker ikke ved trening tilsvarende de andre leddene i oksygentransportkjeden. Lungekapasiteten er i stor grad medfødt og er i motsetning til hva mange tror, ikke noe vi kan vi kan gjøre så mye med.

Hjertet

Hjertet er pumpa som driver blodet rundt i kroppen. Ved at hjertemuskelen trekker seg sammen pumper blodet fra hjertet og ut i blodårene. I hvile pumper hjertet med en frekvens på 35–75 slag (sammentrekninger) per minutt. Hjertefrekvensen i hvile reduseres ved trening, men det er ikke alltid slik at den best trente har den laveste hjertefrekvensen. Hjertet har også en maksimal frekvens, normalt i området 160–220 per minutt. Den maksimale hjertefrekvensen påvirkes lite eller ingenting av trening, men reduseres med alder, om lag ½ til ett slag/min per år.

For hver gang hjertet trekker seg sammen pumper det ut en viss mengde blod, og denne mengden kaller vi slagvolumet. Slagvolumet er svært forskjellig mellom personer på en slik måte at de med høyest maksimalt oksygenopptak har høyest slagvolum både i hvile og under arbeid. I hvile er slagvolumet rundt 70 ml for en person med lavt maksimalt

oksygenopptak, mens det kan være mer enn 150 ml for en svært godt trent person. Produktet av hjertefrekvensen og slagvolumet angir hvor mye blod som pumpes av hjertet hvert minutt, minuttvolumet. Det vil si at en godt trent person med en hjertefrekvens i hvile på 35 slag/min og et slagvolum på 140 ml har et minuttvolum på 4,9 l/min, det samme som en utrent person som har hjertefrekvens på 70 slag/min og et slagvolum på 70 ml.

Når vi arbeider, øker oksygenkravet og dermed må minuttvolumet øke. Dette gjøres først og fremst ved at hjertefrekvensen øker. Slagvolumet øker også, men i mindre grad, og det øker mest mellom lave arbeidsbelastninger. Når en skiløper som Tor Arne Hetland gir alt han har i siste bakken i en skisprint kan han ha et slagvolum på 200 milliliter blod per slag. Om hjertefrekvensen er 190 blir minuttvolumet; $200 \text{ milliliter} \times 190 = 38000 \text{ ml} = 38 \text{ liter}$ blod per minutt. Dette pumpes ut av venstre hjertehalvdel. Like mange liter går også via høyre hjertehalvdel til lungene, dette betyr at 76 liter blod passerer hjertet per min.

Maksimalt oksygenopptak

Ved å multiplisere minuttvolum (slagvolum x hjertefrekvens) med oksygenutnyttningen (a-v O₂ differansen) finner vi oksygenopptaket i liter per minutt. Ved å gjøre oksygenopptaket i liter om til milliliter og dele på personens kroppsvekt, får vi oksygenopptaket uttrykt i milliliter per kilo kroppsvekt per minutt ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

Langrennsløpere i den ypperste verdenseliten er de idrettsutøvere hvor en har målt de høyeste verdier for maksimalt oksygenopptak med rundt $85 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. De beste kvinnene har et maksimalt oksygenopptak på rundt $70 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Bjørn Dæhlie målte i sin aktive karriere et av de høyest oksygenopptak som er målt med 96 milliliter oksygen per kilo kroppsvekt per min.

Eliteseriespillere i fotball (menn) har et oksygenopptak mellom 55 og $76 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Det høyeste gjennomsnitt som er målt på et lag i Norge er målt på Rosenborg for en del sesonger siden ($64,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). På laboratoriet på Universitet i Stavanger målte jeg for i slutten av 1990 årene gjennomsnittet på spillerne i Viking til å være $63,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, noe som er et veldig bra for et fotballag. Kvinnelige fotballspillere ligger rundt $52\text{-}55 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ i snitt. Håndballspillere har i snitt et lavere oksygenopptak enn fotballspillere.

I tabell 1 er det vist hvordan slagvolum, maksimal hjertefrekvens, utnyttning og kroppsvekt påvirker oksygenopptaket til en utrent person, en mosjonist og en toppidrettsutøver. Og i tabell 2 er det vist hvordan en klassifiserer fysisk form basert på maksimalt oksygenopptak for befolkning som helhet.

Tabell 1: Slagvolum, maksimal hjertefrekvens, utnyttning, kroppsvekt og oksygenopptaket til en utrent person, en mosjonist og en toppidrettsutøver

Klassifikasjon	Slagvolum	Maksimal Hjärtfrekvens (HF maks)	Minuttvolum (slagvolum x HF maks)	Utnyttning = liter oksygen per L blod	Oksygenopptak i liter/ min (minuttvolum x HF maks)	Kroppsvekt	Oksygen opptak: $\text{ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
Utrent	100 ml	180	18L blod	0,15L	$18 \times 0,15 = 2,7\text{L} = 2700\text{ml}$	100kg	$27 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
Mosjonist	140ml	180	25,2L blod	0,16L	$27 \times 0,16 = 4,032\text{L} = 4032\text{ml}$	80kg	$50,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
Eliteutøver i utholdenhetsidrett	200ml	180	36L blod	0,17L	$36 \times 0,17 = 6,12\text{L} = 6120\text{ml}$	75kg	$81,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Tabell 2: Klassifikasjon av fysisk form basert på VO₂ maks uttrykt i $\text{ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$

Kjønn	Alder	dårlig	under middels	Middels	bra	meget bra
<i>kvinner</i>	≤ 29	≤ 23,9	24 – 30,9	31 – 38,9	39 – 48,9	≥ 49
	30 – 39	≤ 19,9	20 – 27,9	28 – 36,9	37 – 44,9	≥ 45
	40 – 49	≤ 16,9	17 – 24,9	25 – 34,9	35 – 41,9	≥ 42
	50 – 59	≤ 14,9	15 – 21,9	22 – 33,9	34 – 39,9	> 40
	60 – 69	≤ 12,9	13 – 20,9	21 – 32,9	33 – 36,9	≥ 37

Kjønn	Alder	dårlig	under middels	middels	bra	meget bra
<i>menn</i>	≤ 29	≤ 24	25 – 33,9	34 – 43,9	44 – 52,9	≥ 53
	30 – 39	≤ 22,9	23 – 30,9	31 – 41,9	42 – 49,9	≥ 50
	40 – 49	≤ 19,9	20 – 26,9	27 – 38,9	39 – 44,9	≥ 45
	50 – 59	≤ 17,9	18 – 24,9	25 – 37,9	38 – 42,9	≥ 43
	60 – 69	≤ 15,9	16 – 22,9	23 – 35,9	36 – 40,9	≥ 41

Som det fremgår av tabell 1 er det første og fremst hjertets evne til å pumpe blod samt de arbeidende musklens evne til å ta opp oksygen fra blodet, som bedrer seg ved trening. I tillegg vil personer som trener mye oftest ha en lavere kroppsvekt enn de som ikke trener. Dette gjør at også at opptaket i milliliter per kilo kroppsvekt stiger.

I tillegg til det maksimale oksygenopptaket vil også to andre faktorer påvirke prestasjonsnivået i typiske utholdenhetsidretter som langdistanseløp, turrenn på ski og lange sykkelritt. Disse er:

- Hvor effektivt man bruker dette oksygenet. Det er nemlig slik at den belastningen en når sitt maksimale oksygenopptak på er så høy at en kun er i stand til å arbeide 4-8 min på denne intensiteten. Under et maratonløp vil de aller beste ha en gjennomsnittlig utnyttning rundt 85 % av det maksimale oksygenopptaket. Dersom to løpere har samme oksygenopptak, vil den som er i stand til å ligge nærmest opp mot maks gjennom hele løpet ha en klar fordel.
- Utøverens teknikk. En som har god teknikk vil bruke mindre av oksygenet på en gitt belastning enn konkurrenter med dårligere teknikk. Dette gjør at hun/han har en reserve i forhold til konkurrentene når farten blir ekstra høy. Innen løp, ski og sykling viser det seg at jo mer du øver, dess mer effektiv blir teknikken din.