

Aerob præstationsevne

Restitutions-, udholdenheds- og konditionstræning

Arbejdsfysiologi	3
Respiration	4
Kredsløb	4
Muskelfibre	6
Energiomsætning	6
Enzymer	7
Aerob energiomsætning	9
Energiomsætning under arbejde	11
Substratforbrug under arbejde	12
Træthed under arbejde	13
Træthed ved langvarigt arbejde	13
Fysisk træning	15
Fysiske krav i idræt	17
Træningsområder	18
Opvarmning	18
Restitutionsaktiviteter	22
Intervaltræning	24
Fysisk træning i boldspil	25
Aerob træning	27
Træningsprincipper	27
Måling af pulsfrekvensen	27
Anvendelse af pulsfrekvensen	29
Lav-intensitetstræning	31
Moderat-intensitetstræning	32
Høj-intensitetstræning	34
Aerobe træningseffekter	39
Centrale effekter	40
Perifere effekter	40
Yderligere effekter	40
Sammenfatning	42
Træning af maksimal aerob effekt	42
Træning af aerob kapacitet	43
Afvikling af aerob træning	44
Træningsplanlægning	45
Det enkelte træningspas	46
Kombination af aerob træning og styrketræning	47
Aerob og anaerob træning af børn og unge	48
Litteratur	49

INDLEDNING



I dette hæfte er den nyeste videnskabelige viden om fysisk træning forsøgt beskrevet på et let forståeligt sprog. I hæftet angives principper og eksempler på, hvordan træning kan udføres. Ligeledes er der blevet fokuseret på, hvad der er vigtigt at være opmærksom på, når man planlægger og udfører træning. Lige så simpel og effektiv træning kan være, hvis man véd, hvad man gør, ligeså nedbrydende kan træning være, hvis man ikke forstår, hvordan den skal tilrettelægges i forhold til den enkelte idrætsudøver. Viden og indsigt er vejen til at optimere træning. I mange idrætsgrene bygger den fysiske træning delvist på traditioner, men gennem de senere år er der kommet mange beviser på, hvordan videnskaben i en lang række idrætsgrene har medvirket til at skabe bedre resultater gennem fornuftig træningsplanlægning.

Enhver idrætspræstation indeholder et teknisk, et taktisk, et psykisk/socialt og et fysisk element. Betydningen af de enkelte elementer er dog meget varierende fra idrætsgren til idrætsgren. Træningen inden for disse fire hovedområder bør altid være sammenhængende og bør ikke betragtes isoleret. Men at hæve det fysiske niveau vil altid være ønskværdigt, og det vil også bidrage til at forbedre egenskaberne på de andre områder samt til at nedsætte risikoen for skader.

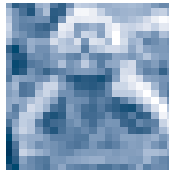
Uanset færdighedsniveau stiller næsten alle idrætsgrene væsentlige fysiske krav til idrætsudøveren, og en god fysisk form kan derfor skabe grundlaget for en god idrætspræstation. En god fysisk form skabes igennem fysisk træning. Aerob træning, det vil sige træning af de energigivende processer, hvor ilt er til rådighed, er i de

fleste idrætsgrene en vigtig bestanddel af den fysiske træning. Et kendskab til dette træningsfysiologiske område er en forudsætning for korrekt udførelse af træning og for en effektiv træningstilrettelæggelse, således at det fysiske niveau kan forbedres.

Dette hæfte omhandler de teoretiske og praktiske forhold omkring aerob træning. I visse tilfælde vil der være overlap til anaerob træning, hvorfor der henvises til DIF's tilsvarende træningshæfte om anaerob træning. Styrketræning, som med rette kan betegnes som anaerob træning, er heller ikke beskrevet her. Der henvises i stedet til DIF's styrketræningshæfte. De aerobe træningsprincipper er beskrevet generelt. Det vil sige, at de dækker over træningsprincipperne i hele spektret af idrætsdiscipliner. Der vil derfor kunne forekomme mindre afvigelser i træningsprincipperne i visse idrætsgrene, hvor specifikke fysiske og praktiske forhold har afgørende indflydelse på træningens udførelse. Et eksempel er træning i svømning (i vand) set i forhold til træning i discipliner, som foregår på landjorden (i luft).

Hæftet indledes med et arbejdsfysiologisk afsnit som grundlag for forståelse af de praktiske vejledninger. Herefter beskrives de forskellige træningsprincipper og -effekter suppleret med træningseksempler fra både individuelle og holdidrætsgrene. Til sidst følger en kort beskrivelse af primært den aerobe træningsplanlægning, som omhandler, hvordan de enkelte træningsformer bør prioriteres i løbet af en sæson, men også i hvilken rækkefølge, de bør placeres i det enkelte træningspas.

ARBEJDSFYSIOLOGI



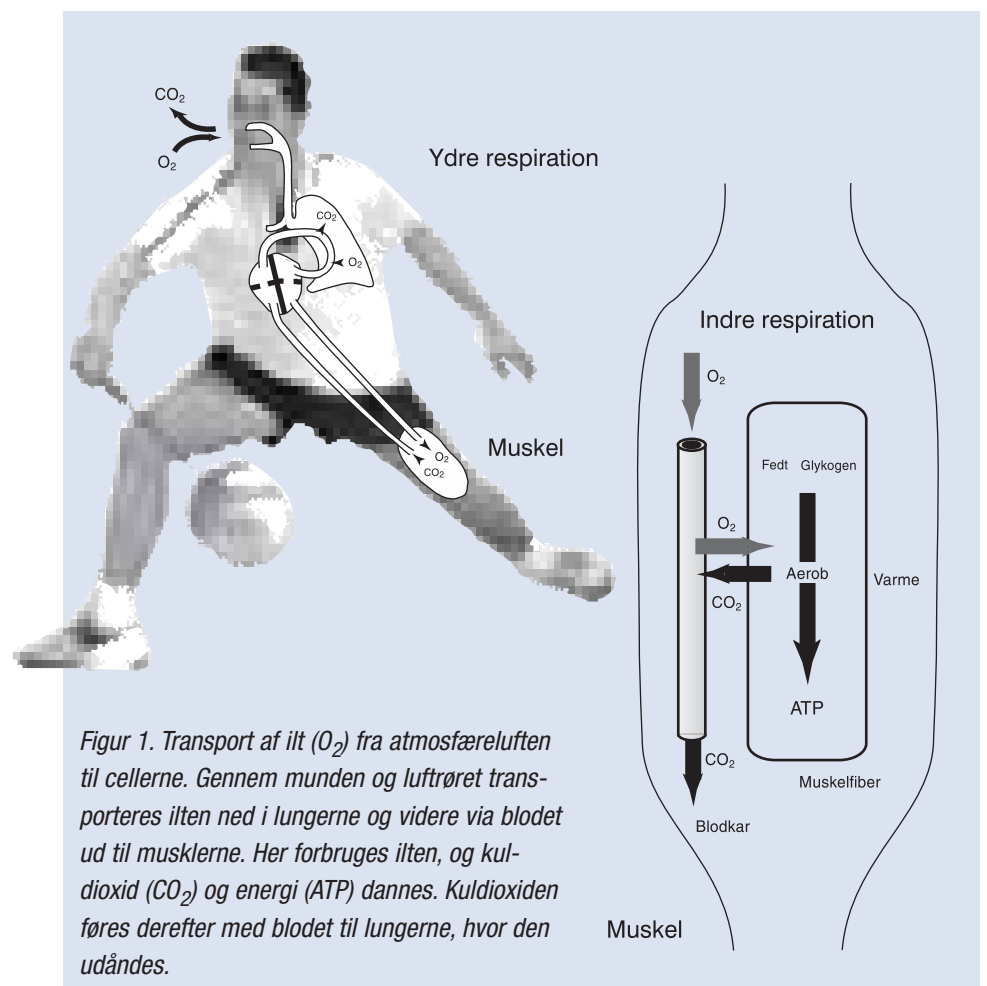
Under udøvelse af idræt skal musklerne have tilført ilt og næringsstoffer, så de kan udvikle kraft, og der kan foregå en bevægelse. Bevægelse kræver nemlig energi. Ilt og næringsstoffer omdannes i kroppens celler under frigørelse af energi (se tabel 1). Energien anvendes også til andre formål bl.a. opbygning af stoffer, fordøjelse og udsendelse af nerveimpulser.



Tabel 1. Energifrigørelsesligningen.

Transporten af ilt fra atmosfæren til musklernes celler og kroppens forskellige organer sker via lungerne og kredsløbet (se figur 1). Under arbejde bliver størstedelen af

ilt i muskelfibrene forbrugt ved forbrænding af næringsstofferne, som giver energi til musklernes arbejde. Ved forbrænding dannes nedbrydningsproduktet kuldioxid (en luftart), som diffunderer over i blodet, da koncentrationen af kuldioxid her er mindre. Herfra transporteres kuldioxiden via kredsløbet til lungerne, hvor det fjernes ved udånding. Lungerne optager ilt, og det hele gentager sig. Den varme, der produceres ved arbejdet, føres ligeledes med blodet bort fra musklerne og rundt i hele kroppen. Musklerne kan også skaffe sig energi uden forbrug af ilt (anaerob energifrigørelse). Dette sker ved nedbrydning af energirige fosfater i musklerne og ved omdannelse af sukker til mælkesyre.



Figur 1. Transport af ilt (O₂) fra atmosfæreluften til cellerne. Gennem munden og luftrøret transporteres ilt ned i lungerne og videre via blodet ud til musklerne. Her forbruges ilt, og kuldioxid (CO₂) og energi (ATP) dannes. Kuldioxiden føres derefter med blodet til lungerne, hvor den udåndes.

Respiration

Der findes to former for respiration (se figur 1):

- 1) Ved forbrænding af næringsstoffer bruger cellerne ilt (O₂) og danner kuldioxid (CO₂). Iltten føres til cellerne med blodbanen, som også transporterer kuldioxiden bort. Denne proces kaldes **den indre respiration**.
- 2) For at bevare det indre miljø i kroppen konstant med hensyn til koncentrationerne af O₂ og CO₂, må O₂ tilføres og CO₂ fjernes fra blodet svarende til den indre respiration. Dette sker i lungerne og kaldes for **den ydre respiration**.

Iltten skal altså transporteres fra luften til cellerne. Det er en transportkæde, hvor mange led indgår. Luften udskiftes i lungerne ved hjælp af vejrtrækningen (ventilationen) således, at CO₂ fjernes fra kroppen, og O₂ tilføres. Ventilationen defineres som:

Ventilation = udåndet luftmængde pr. minut (l luft/min)

Denne kan øges ved dybere eller hurtigere vejrtrækning, idet

Ventilationen (l luft/min) = respirationsdybden (l luft) x respirationsfrekvensen (antal/min)

I hvile er ventilationen ca. 6 liter luft pr. minut med en respirationsdybde på ca. 0,5 liter luft og en respirationsfrekvens på ca. 12 pr. minut (se tabel 2). Under arbejde forøges ventilationen på grund af musklernes øgede behov for ilt. Ventilationsstigningen skyldes en øgning af både respirationsdybden og -frekvensen. Ved hårdt arbejde er ventilationen typisk 100-110 liter luft pr. minut med en respirationsdybde på ca. 3,0 liter luft og en respirationsfrekvens på ca. 35 pr. minut (se tabel 2). Den maksimale ventilation er bl.a. afhængig af personens størrelse, idet større lungerumfang medfører en større respirationsdybde.

Den maksimale ventilation kan øges ved træning og kan hos meget trænede nå op over 200 l luft/min med en respirationsdybde på ca. 3,5 liter luft og en

respirationsfrekvens på ca. 60 pr. minut (se tabel 2). Der er således målt værdier hos eliteroere på over 240 l luft/min. Når man ved udholdenhedstræning øger den maksimale ventilation, er årsagen primært en forøget frekvens, idet den maksimale respirationsdybde stort set er uændret. Lungerne spiller almindeligvis ikke nogen rolle som begrænsning for, hvor meget ilt der maksimalt kan optages pr. minut i kroppen. Kun hos ekstremt veltrænede idrætsudøvere kan det have en betydning.

Kredsløb

Kredsløbet består af hjertet, blodkarrene og blodet. Kredsløbets hovedopgave er **transport af stoffer** til og fra kroppens forskellige organer og væv. Det drejer sig især om transport af:

- O₂ og CO₂ mellem lungerne og cellerne.
- Næringsstoffer, salte og vitaminer fra tarmsystemet til cellerne.
- Stoffer (eksempelvis mælkesyre og urinstof) fra væv, hvor de produceres, til andre væv og organer bl.a. lever og nyrer.
- Hormoner (kemiske budbringere) fra de organer, hvor de produceres, eksempelvis insulin i bugspytkirtlen, til cellerne, hvor de skal virke.
- Varme rundt i kroppen og fra vævene til huden, hvor varmen afgives.

	Ventilation (l luft/min)			Respirationsfrekvens (antal/min)			Respirationsdybde (l luft)		
	UT	MT	UHT	UT	MT	UHT	UT	MT	UHT
Hvile	6	6	6	12	12	12	0,5	0,5	0,5
Moderat arbejde	60	60	60	30	25	20	2,0	2,4	3,0
Maksimalt arbejde	105	150	210	35	50	60	3,0	3,0	3,5

Tabel 2. Værdier for ventilation, åndedrætsfrekvens og -dybde i henholdsvis hvile, under det samme moderate arbejde og under maksimalt arbejde for utrænede (UT), moderat trænede (MT) og for meget udholdenhedstrænede personer (UHT). Det skal understreges, at der er store individuelle forskelle. Eksempelvis kan frekvensen i hvile variere fra nogle få åndedrag til omkring 20 pr. minut ved samme ventilation.

Kredsløbet under arbejde

Hjertets pumpeevne er af afgørende betydning for blodtilførslen til de arbejdende muskler. Den mængde blod, som hver hjertehalvdel pumper ud pr. minut, kaldes for hjertets minutvolumen og er et mål for pumpekapaciteten. Minutvolumens størrelse er afhængig af, hvor meget blod hver hjertehalvdel pumper ud pr. slag (slagvolumen), og hvor mange gange hjertet trækker sig sammen (slår) pr. minut (hjerterefrekvensen). Hjerterefrekvensen benævnes oftest pulsrefrekvensen eller blot pulsen, hvilket egentlig er misvisende, idet puls faktisk beskriver blodets pulsering i blodkarrene.

Minutvolumen (l blod/min) = slagvolumen (l blod/slag) x pulsrefrekvensen (antal slag/min)

I hvile pumper hver hjertehalvdel hos en voksen gennemsnitsperson ca. 5 liter blod pr. minut (l/min) rundt i kroppen med en slagvolumen på ca. 85 ml blod pr. slag og en pulsrefrekvens på ca. 60 slag pr. minut. De 5 liter svarer tilnærmelsesvis til den

totale blodmængde i kredsløbet. Det vil sige, at hvert rødt blodlegeme i gennemsnit passerer hjertet ca. 1 gang pr. minut. Minutvolumen er bl.a. afhængig af personens størrelse, idet en stor person vil have et større hjerte end en lille og dermed et større maksimalt slagvolumen.

Ved overgang fra hvile til arbejde stiger de arbejdende musklers behov for ilt. Dette betyder, at der skal tilføres mere blod til musklerne. Ved arbejde øges pulsrefrekvensen i takt med stigende intensitet. I hvile er pulsrefrekvensen ca. 60 slag pr. minut (**hvile-pulsen**), mens den ved høj arbejdsintensitet kan blive ca. 200 slag pr. minut (**den maksimale pulsrefrekvens**). Pulsrefrekvensen forandrer sig langsomt, hvis intensiteten aftager eller øges pludseligt. Dette skyldes, at det tager et stykke tid, inden hjertet reagerer på ændringer i intensiteten. Arbejdsintensiteten må derfor opretholdes et vist stykke tid, før pulsen indstiller sig på et stabilt niveau ("steady-state" niveau), som svarer til arbejdsbelastningen.

	Minutvolumen (l blod/min)			Slagvolumen (ml blod/slag)			Pulsrefrekvensen (antal slag/min)		
	UT	MT	UHT	UT	MT	UHT	UT	MT	UHT
Hvile	4,8	4,8	4,8	75	88	120	65	55	40
Moderat arbejde	15,0	15,0	15,0	100	110	150	150	138	100
Maksimalt arbejde	21,4	25,4	36,1	110	130	190	195	195	190

Tabel 3. Værdier for minutvolumen, slagvolumen og pulsrefrekvensen i henholdsvis hvile, under det samme moderate arbejde og under maksimalt arbejde ved løb for tre mandlige, yngre voksne personer; en utrænnet person (UT), en moderat trænet person (MT) og en meget udholdenhedstrænnet person (UHT).

Der er store **individuelle forskelle** på den maksimale pulsfrekvens, men den aftager for den enkelte person med stigende alder. I praksis betyder det, at ældre mennesker generelt bør træne med lavere arbejds puls end yngre mennesker. Det har været anført som tommelfingerregel, at den maksimale puls er (220 - alder) slag pr. minut. Men den regel kan ikke anvendes, da der inden for samme aldersgruppe kan være meget stor spredning. I en undersøgelse af den maksimale pulsfrekvens hos 16-19 årige, fandt man således en spredning fra 180 til 230 slag pr. minut. Hvis man skal have det rigtige udbytte af pulsmålinger under submaksimalt arbejde, er det derfor nødvendigt at foretage en direkte bestemmelse af personens maksimale pulsfrekvens.

Eksempelvis vil en arbejds puls på 160 slag pr. minut hos en person med en maksimal puls på 180 slag pr. minut (belastning på 89% af maksimal puls) indikere, at arbejdet er meget belastende. Såfremt den maksimale pulsfrekvens derimod er 220 slag pr. minut, er arbejdet betydeligt mindre krævende (belastning på 73% af maksimal puls).

Træning af kredsløbet

Aerob træning bevirker, at hjertet kan rumme mere blod, og at dets muskulatur styrkes. Dette resulterer i en øgning af **den maksimale slagvolumen** (se tabel 3). Dette er sammen med en øget blodvolumen den væsentligste årsag til, at **den maksimale minutvolumen** øges efter en periode med aerob træning. **Hvilepuls** ændres også ved træning. Således har veltrænede personer en lavere hvilepuls, hvilket skyldes, at slagvolumen øges ved aerob træ-

ning. Hjertet behøver derfor ikke at slå så ofte for at sende en bestemt blodmængde rundt i kroppen. Dette gælder også ved et givent ikke-maksimalt (**submaksimalt**) arbejde, som kræver den samme minutvolumen, uafhængig af om man er aerobt trænet eller ej. Med samme submaksimale belastning vil pulsfrekvensen derfor være lavere efter en gennemført træningsperiode (se tabel 3). Kvinder har generelt en højere hvilepuls end mænd (ca. 70 slag pr. minut), hvilket primært skyldes, at de normalt har en mindre slagvolumen end mænd. Træning kan undertiden reducere **den maksimale pulsfrekvens** i mindre grad.

Muskelfibre

Mennesket har et stort antal muskler, der hæfter på skelettet, og hver især er opbygget af mange muskelfibre (muskelfibre). Muskelfibre kan inddeles i forskellige typer afhængig af deres egenskaber, som kan variere en hel del præstationsmæssigt. De enkelte fibertyper er endvidere forskellige både med hensyn til indholdet af kemiske stoffer (biokemisk) og vævsmæssigt (histokemisk). Nogle fibertyper findes dog kun i et relativt lille antal og repræsenterer sandsynligvis mellemstadier eller fibre under forandring. Man opdeler muskelfibre i to hovedkategorier: Langsomme (slow twitch, ST-fibre) og hurtige (fast twitch, FT-fibre), hvoraf de hurtige fibre normalt underopdeles i to typer (FTa- og FTx-fibre), således at man opererer med tre typer muskelfibre. ST-fibre udvikler spænding relativt langsomt, men er til gengæld udholdende og kan derfor arbejde i lang tid.

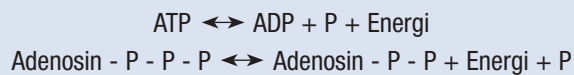
FTa-fibre har næsten samme kontraktionshastighed og evne til hurtig kraftudvikling som FTx-fibre, men er samtidig relativt udholdende.

Forholdet mellem antallet af de tre hovedtyper muskelfibre betegnes **fibertypefordelingen**. Denne er ikke kun forskellig fra muskel til muskel, men kan også variere i de forskellige dele af én og samme muskel. Der kan endvidere være stor variation i samme muskel – eksempelvis lårmusklen (m. quadriceps) – hos to forskellige personer. Udover af **kraftbetonede idrætsgrene** har som regel forholdsvis få ST-fibre og tilsvarende mange FT-fibre, mens **udholdenhedsidrætsudøvere** har en klar overvægt af ST-fibre. Dette stemmer godt overens med kravene, der stilles til de pågældende idrætsgrene. Man kan dog ikke udvælge eksempelvis langdistanceløbere og sprintere alene ud fra fibertypekompositionen. Andre faktorer såsom funktionen af hjerte/kar-systemet, muskelstørrelsen og evnen til at koordinere musklerne i et bestemt bevægelsesmønster bidrager i høj grad også til succes i sådanne idrætsdiscipliner, som kræver henholdsvis god udholdenhed samt stor styrke og hurtighed.

Energiomsætning

Under arbejde omdannes kemisk energi til mekanisk arbejde i musklerne. Musklerne kan omsætte energi på forskellige måder, men der er kun én proces, der kan levere energi direkte til selve muskelkontraktionen. Denne proces er spaltning af en fosfatbinding fra stoffet **ATP**, hvilket står for





Tabel 4. Spaltning af ATP

adenosin-tri-fosfat, idet ATP er sammensat af adenosin (et protein) og tre fosfatgrupper (se tabel 4). Mellem de sidste fosfatgrupper er der energirige bindinger, som frigør betydelige mængder energi, når de bliver spaltet. Denne energi kan bruges til musklernes kontraktion, når musklerne enten trækker sig sammen eller forlænges. Ved fraspaltningen af den sidste fosfatgruppe omdannes ATP til **ADP** (adenosin-di-fosfat), hvor der er to fosfatgrupper bundet til adenosin (se tabel 4).

ATP findes i meget små mængder i musklerne i en størrelsesorden af ca. 5 mmol/kg muskel vådvægt. Mængdeangivelsen mol bruges ofte i biokemien, idet den giver mulighed for at sammenligne stoffer. Det er hensigtsmæssigt, at ATP kun findes i en lille mængde i kroppen, idet ATP er et stort og tungt molekyle. Den daglige ATP-omsætning svarer til ca. 40-60 kilo ATP, hvilket igen svarer til omsætning af 200-300 gram fedt. Det er en fordel at bruge de meget energikompakte stoffer til at oplagre energi, da mennesket ellers ville have en betydelig større vægt. Hvis man forestiller sig, at ATP er den eneste energikilde ved et arbejde, vil der være energi nok til lidt over 1 sekunds arbejde med maksimal intensitet, idet ATP har en omsætnings hastighed ved maksimalt arbejde på ca. 4 mmol/kg muskel vådvægt/sekund. **Nedbrydningen af ATP** sker **uden tilførsel af ilt** og kaldes en **spaltning**.

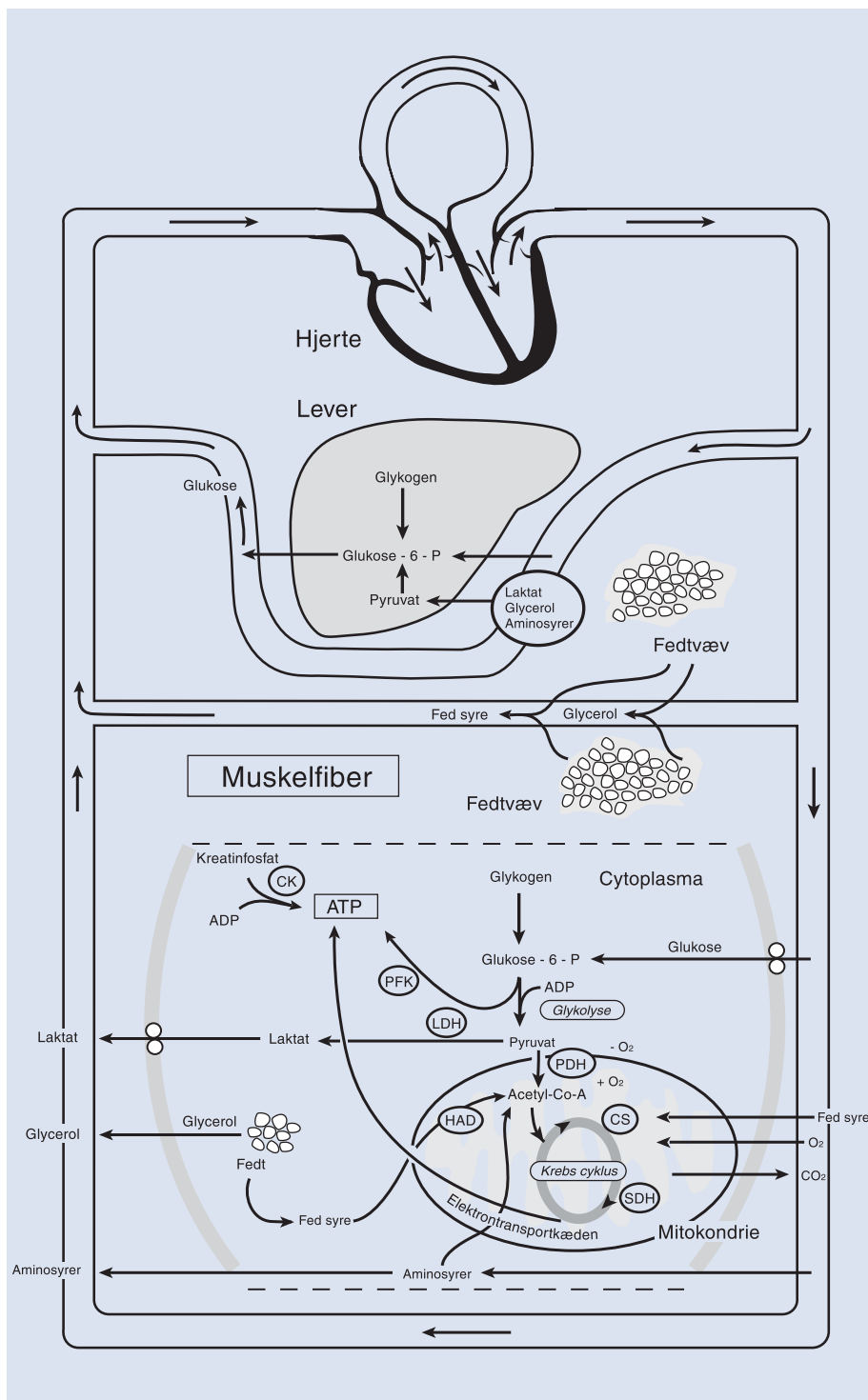
På grund af de små mængder af ATP i musklerne, må ATP gendannes med samme hastighed, som det nedbrydes, for at der

kan udføres et vedvarende arbejde. Alle andre energiproducerende processer har til opgave at tilføre energi, så ATP kan genopbygges. Dette sker via ADP, til hvilket der bindes en fri fosfatgruppe, P (se tabel 4). Når ATP er gendannet, kan det igen anvendes til energikrævende processer som eksempelvis muskelarbejde. Musklerne kan få energi til **genopbygning af ATP** ved nedbrydning af stoffer, som findes i kroppen i depoter, eller af næringsstofferne, som vi indtager med kosten (se tabel 1). Dette kan ske dels med **ilt til rådighed (aerobe processer)** og dels **uden ilt til rådighed (anaerobe processer)**.

Enzymer

I muskelfibre findes en række stoffer – enzymer – som spiller en afgørende rolle for muskelfiberens arbejdssevne. **Enzymer** er specielle proteiner, der øger hastigheden af de kemiske processer i levende organismer. Enzymerne indgår i processerne, men de forbruges ikke. Ved hjælp af enzymer er den enkelte muskelfiber i stand til at regulere energiomsætningen. Når enzymkoncentrationen øges, øges reaktionshastigheden af de kemiske processer tilsvarende. Når eksempelvis mængden af glykogennedbrydende enzymer øges, bliver der mulighed for at øge den maksimale hastighed af glykogennedbrydningen. Dermed kan energiomsætningshastigheden stige.





Figur 2. Energikilder i kroppen samt fremstilling af aerob og anaerob energifrigørelse til genopbygning af ATP i en muskelfiber. De aerobe processer foregår i mitokondrierne ved hjælp af oxidative enzymer, mens de anaerobe processer foregår i cytoplasmaet bl.a. ved hjælp af glykolytiske enzymer. De vigtigste enzymer for energiomsætningen er angivet i små cirkler. Følgende forkortelser er anvendt: CK: Kreatinkinase, PFK: Fosfofruktokinase, LDH: Laktat- dehydrogenase, PDH: Pyruvat- dehydrogenase, HAD: 3-hydroxyacyl CoA dehydrogenase, CS: Citratsyntetase og SDH: Succinatdehydrogenase.

Nogle af enzymerne er bestemmende for muskelfiberens evne til at arbejde aerobt. De fleste af disse enzymer findes i mitokondrierne, mens andre, der medvirker til den begyndende nedbrydning af fedt, findes i cytoplasmaet (se figur 2). Da førstnævnte enzymer i mitokondrierne alle medvirker i processer, hvor ilt (oxygen) indgår, kaldes de for **oxidative enzymer**.

Enzymerne medvirker i den endelige nedbrydning af fedt og kulhydrat (se figur 2). Ved træning kan aktiviteten (koncentrationen) af enzymer ændres. Jo mere aerobt trænet en muskelfiber er, desto større aktivitet (koncentration) af oxidative enzymer er der i fiberen. Dermed er der mulighed for en større energiomsætningshastighed ved

aerobe processer. Omvendt falder indholdet af oxidative enzymer meget hurtigt ved inaktivitet. Det tager således længere tid at øge enzymmængden, end det tager at miste den. Enzymer, der medvirker i glykolysen ved den anaerobe energiomsætning, kaldes for glykolytiske enzymer.

Aerob energiomsætning

Aerobe processer

Det er primært fra næringsstofferne kulhydrat og fedt, at der udvindes energi under forbrug af ilt. Det sker dog også i mindre grad fra protein. Ved disse forbrændingsprocesser dannes nedbrydningsprodukterne CO_2 og H_2O , som fjernes fra kroppen ved udånding (se tabel 1). Første trin i nedbrydningen af kulhydrat og fedt foregår i cellevæsken (**cytoplasmaet**). Stoffernes videre omsætning foregår i små organer (organel-ler), som kaldes **mitokondrier** (figur 2). Disse findes i stort antal i muskelceller og kan betragtes som cellernes energicenter. Nedbrydningsprocesserne i mitokondrierne er ens for de to stoffer og kaldes for **Krebs' cyklus**. Her dannes CO_2 , og via endnu et system, **elektrontransportkæden**, dannes der vand (H_2O) samtidig med, at der frigøres betydelige mængder af energi til genopbygning af ATP (se figur 2).

Ilt tilføres cellerne ved hjælp af respirationen og kredsløbet. I musklerne findes der desuden et lille iltdepot i proteinet, **myoglobin**, som kan binde O_2 og afgive det igen, når det kræves. Den bundne ilt kan umiddelbart omsættes i en aerob proces. Ved fornyet tilførsel af ilt til musklen bindes iltten igen til myoglobinet. Depotets størrelse svarer til en samlet iltmængde på ca. 1/2 liter. Desuden findes der en lille mængde **ilt bundet til hæmoglobin og fysisk opløst i blodet** inde i musklen, som også umiddelbart kan bruges i en aerob proces.

Iltoptagelsen

Den aerobe energiomsætning kan udtrykkes ved iltoptagelseshastigheden (forkortes normalt til iltoptagelsen):

Iltoptagelsen (l/min) = mængde ilt optaget af kroppen pr. minut

Iltoptagelsen kan bestemmes via analyse af udåndingsluftens sammensætning og kan udtrykkes ved

Iltoptagelsen ($\text{l O}_2/\text{min}$) = minutvolumen (l blod/min) x udnyttningen ($\text{l O}_2/\text{l blod}$)

Iltoptagelsen kan altså beregnes ud fra forskellen mellem iltindholdet i det arterielle og det venøse blod (A-V differensen eller udnyttningen) ganget med minutvolumen. I hvile er iltoptagelsen ca. $0,25 \text{ l O}_2/\text{min}$, hvor minutvolumen er 5 l blod/min , og udnyttningen er $0,05 \text{ l O}_2/\text{l blod}$. Under arbejde stiger iltoptagelsen i takt med arbejdsbelastningen. Stigningen sker ved en øgning af både minutvolumen og udnyttningen. Jo større arbejdsbelastning – desto mere ilt optages der.

Typer af aerob energiomsætning

Man opererer med to begreber inden for aerob energiomsætning, som tilsammen er bestemmende for den aerobe præstations- evne:

- **Aerob effekt**
- **Aerob kapacitet**

Aerob effekt

Den aerobe effekt er et udtryk for kroppens evne til at danne en stor energimængde pr. tidsenhed under forbrug af ilt. Ved den maksimale aerobe effekt forstås den højeste iltoptagelse målt i liter ilt pr. minut. Denne benævnes **den maksimale iltoptagelse ($\dot{\text{V}}\text{O}_2\text{-max}$)**. Den maksimale

iltoptagelse varierer for raske personer mellem 2 og $6 \text{ l O}_2/\text{min}$ afhængigt af køn, alder og træningstilstand (en af de højest målte værdier på en idrætsudøver er dog $7,4 \text{ l O}_2/\text{min}$). Man taler desuden om konditionstallet, der defineres som:

Konditionstallet = ml ilt optaget pr. minut pr. kilo legemsvægt (ml ilt/min/kg)

Den maksimale iltoptagelse er afhængig af højde og vægt, idet en stor person, alt andet lige, vil have en større maksimal iltoptagelse end en lille. Ved at udtrykke den maksimale iltoptagelse pr. kg legemsvægt, opnår man et godt mål for en persons evne til at bevæge sig i forhold til sine omgivelser, hvilket er relevant i de idrætsgrene, hvor man flytter sin egen kropsvægt. **En persons konditionstal** kan give en ide om, hvor denne ligger i forhold til det generelle niveau hos trænede og utrænede. Men man kan ikke direkte sammenligne størrelsen af en persons konditionstal med andres. En sammenligning mellem eksempelvis en stor og en lille person er ikke hensigtsmæssig, idet en stor person, alt andet lige, vil få et lavere konditionstal på grund af sin større kropsvægt. Konditionstallet kan til gengæld bruges til at sammenligne resultatet før og efter en bestemt træningsperiode, så den fysiologiske effekt af træningen kan vurderes.

Konditionstallet fortæller noget om en persons evne til at flytte sin egen vægt, hvilket er relevant i **vægtbærende idrætsgrene** som eksempelvis løb. I mellem- og langdistanceløb er konditionstallet en udmærket måde at udtrykke udøvrernes fysiske kapacitet på, og disse udøvere er ofte små og forholdsvis lette. I **ikke-vægtbærende aktiviteter** – såsom svømning og roning – er præstationsevnen mere tæt forbundet med **den maksimale iltoptagelse**

Aerobe processer

Glykogen/glukose + O_2 + ADP + P $\longrightarrow$ CO_2 + H_2O + ATP

Fedt + O_2 + ADP + P $\longrightarrow$ CO_2 + H_2O + ATP

Protein + O_2 + ADP + P $\longrightarrow$ CO_2 + H_2O + ATP

Tabel 5. Oversigt over aerobe processer til gendannelse af ATP.

målt i liter ilt pr. minut. I roning er gnidningsmodstanden mod båden den primære modstand mod hastigheden, og roernes vægt betyder kun lidt for gnidningsmodstanden. Derfor er mange eliteroere meget store.

Kvinder har gennemsnitligt ca. 25% lavere maksimal iltoptagelse og ca. 15-20 ml O_2 /min/kg lavere konditionstal end mænd. Dette skyldes fysiologiske forskelle, idet kvinder har en større mængde fedtvæv (inaktivt væv) og en relativt mindre muskelmasse, et mindre hjerte og en mindre blodmængde samt lavere hæmoglobinkoncentration i blodet. Desuden kan det tænkes, at sociologiske årsager hos kvinder, som giver sig udtryk i en mere inaktiv livsstil efter puberteten, har indflydelse på denne forskel.

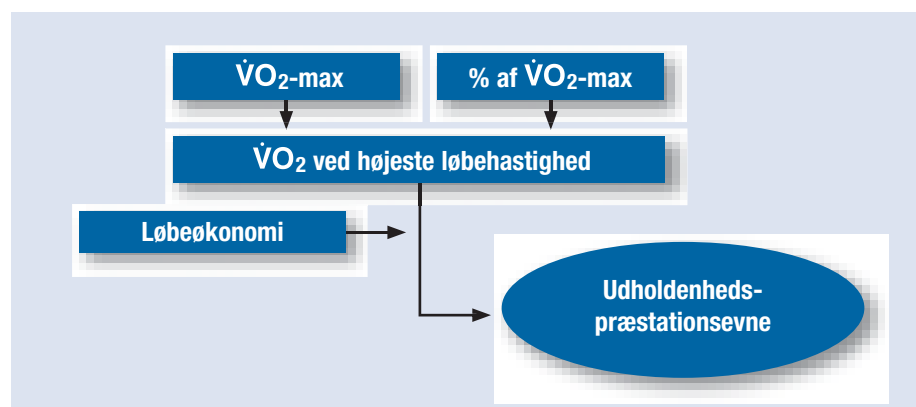
Den maksimale iltoptagelse falder med **stigende alder**. Det skyldes en kombination af en mere stillesiddende livsstil og den biologiske alder (bl.a. på grund af et aldersrelateret fald i den maksimale puls-frekvens, som reducerer den maksimale minutvolumen). **Børn** og normalt aktive mænd har gennemsnitligt et konditionstal på 40-50 ml O_2 /min/kg. Fra 25-30 års alderen falder konditionstallet hos inaktive personer med ca. 1% om året. **Træning** kan øge den maksimale iltoptagelse. Således kan ældre, aktive personer have højere maksimal iltoptagelse end yngre, inaktive personer. Træning kan altså formindske den nedgang i konditionstallet, som uundgåeligt sker med alderen. Trænede mænd kan opnå konditionstal på over 70 ml O_2 /min/kg efter

systematisk og intensiv konditionstræning gennem en årrække. Medfødte egenskaber sætter dog en øvre grænse for forbedringen. Få personer kan opnå over 80 ml O_2 /min/kg i konditionstal. Fremgangen er desuden afhængig af træningens intensitet, frekvens og varighed. Ikke overraskende har idrætsudøvere, der dyrker idrætsgrene, hvor der indgår langvarigt, hårdt arbejde, og som involverer store muskelgrupper, de højeste kondital. Et af de højeste målte konditionstal hos mænd er 96 ml O_2 /min/kg hos en mellem- og langdistanceløber og hos kvinder 80 ml O_2 /min/kg hos en triathlet.

Det skal understreges, at konditionstallet kun giver en begrænset information om en persons kapacitet for langvarigt arbejde. Evnen til at udnytte en stor procentdel af den maksimale iltoptagelse (**% af $\dot{V}O_2$ -max.**), det vil sige evnen til at opretholde en vis relativ belastning, er også vigtig for præstationen. **Løbeøkonomi** er en tredje vigtig komponent, som har indflydelse på den aerobe præstationsevne hos løbere (se figur 3). Den er et udtryk for, hvor meget ilt en person forbruger ved arbejde med en given løbehastighed. Med en god løbeøkonomi forstås en lav iltoptagelse ved en given løbehastighed. Løbeøkonomien er afhængig af en lang række faktorer, bl.a. styrken, bevægeligheden og smidigheden i de involverede muskler og led, og kan forbedres ved træning.

Aerob kapacitet

Den aerobe kapacitet er et mål for **udholdenheden**, det vil sige evnen til at udføre arbejde i længere tid. Afgørende



Figur 3. Sammenhængen mellem de forskellige fysiologiske variable, som har betydning for præstationsevnen i langdistanceløb.

for udholdenheden er evnen til at udvikle energi ved aerobe processer under langtidsarbejde. **De lokale forhold i skeletmuskulaturen** – som eksempelvis antal kapillærer, aktivitet af oxidative enzymer (enzymer fra aerob energifrigørelse) og antallet af mitokondrier – er de vigtigste komponenter for udholdenhedsevnen. Deres funktionelle betydning er at optimere udnyttelsen af substrater, hvilket vil sige at øge fedtforbrændingen for dermed at spare på glykogendepoterne. Hvor effektiv en person er til at udnytte kulhydratlagrene, er af afgørende betydning for dennes evne til at arbejde med en høj submaksimal belastning i lange tidsperioder som eksempelvis i marathonløb. Med en stor aerob kapacitet kan personen arbejde med en højere relativ arbejdsintensitet (en større procentdel af den maksimale iltoptagelse) end en person med lav kapacitet.

Ligesom den maksimale aerobe effekt kan den aerobe kapacitet trænes. I princippet vil en forbedring af en af de 3 faktorer i figur 3 resultere i forbedring af udholdenheden, det vil sige den aerobe kapacitet.

I de senere år er der blevet fokuseret meget på forbedringen af den aerobe kapacitet i løb via en forbedring af **løbeøkonomien**. Flere studier viser, at det tager længere tid at udvikle løbeøkonomien end det tager at nå det højeste niveau af $\dot{V}O_2$ -max. Det kan være med til at forklare en forbedring i udholdenheden hos løbere, der allerede har trænet i mange år. Den totale træningsvolumen – og især træningsintensiteten – synes at være vigtig ved træning af

løbeøkonomien. En forbedring af løbeøkonomien er observeret ved studier, hvor enten bakketræning eller styrketræning har suppleret den almindelige løbetræning. En forbedring af styrken, elasticiteten og bevægeligheden i de involverede benmuskler kunne tænkes at forbedre effektiviteten i løbet. Eksempelvis kan skridtlængden for en løber tænkes ændret, så han ved en given løbehastighed kan løbe med en øget skridtlængde og dermed med en lavere skridtfrekvens og et lavere iltforbrug. Den forbedrede løbeøkonomi vil medføre, at en bestemt løbehastighed kan vedligeholdes i længere tid, eller løbehastigheden kan øges ved løb på en bestemt distance.

Sammenfattende kan det siges, at bestemte for gennemsnitshastigheden i en udholdenhedskonkurrence er idrætsudøverens maksimale iltoptagelse (den maksimale mængde energi, der pr. tidsenhed kan omsættes aerobt i muskulaturen) og arbejdsøkonomi (iltoptagelsen pr. kg pr. km). I hvor lang tid denne hastighed kan opretholdes, afhænger af hvor store glykogendepoterne er, og hvor effektivt energien i form af kulhydrat og fedt udnyttes. Jo større glykogendepoter og jo bedre evne

til at forbrænde fedt, desto større andel af den maksimale iltoptagelse (% af $\dot{V}O_2$ -max., relativ belastning) kan idrætsudøveren udnytte. Udholdenheden, målt som tiden fra starten til udmattelse, afgøres derfor af de involverede muskelgruppers tilpasning efter en træningsperiode.

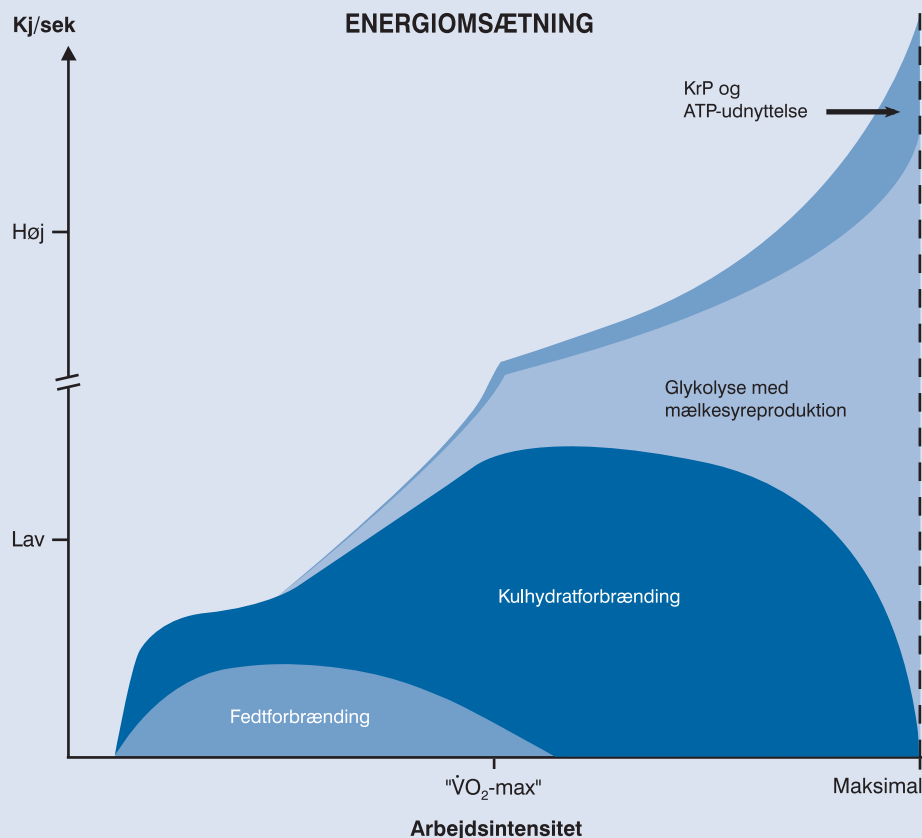
Energiomsætning under arbejde

I hvile stammer energiproduktionen både fra aerobe og anaerobe processer. Kvantitativt er energibidraget fra de anaerobe processer dog meget lille. Under muskelarbejde sker der en forøgelse af stofskiftet. Energidannelsen stammer altid her fra både aerobe og anaerobe processer. I nogle idrætsgrene udfører man kontinuerligt arbejde – enten med meget høj eller med moderat intensitet – under hele konkurrencen. Eksempler på disse yderpunkter er 100 m sprint og marathonløb. I andre idrætsgrene som eksempelvis boldspil varierer intensiteten hele tiden og skifter lige fra at “stå stille” til maksimal intensitet. Bidraget fra de forskellige energisystemer afhænger af typen og intensiteten af det udførte arbejde.

Energiproces	Energilager (mmol ATP/kg muskel vådvægt)	Effekt (mmol ATP/kg muskel vådvægt/sek)	Tid til at nå maksimal effekt
Aerobe processer:			
Kulhydrat → CO ₂ + H ₂ O	70.000	0,6	ca. 2 minutter
Fedt → CO ₂ + H ₂ O	8.000.000	0,3	ca. 30 minutter

Tabel 6. Energilagre og energiomsætnings hastighed i musklerne. Der er angivet gennemsnitsværdier. Der er store individuelle forskelle.





Figur 4. Illustration af det procentvise energibidrag fra nedbrydning af henholdsvis kulhydrat og fedt i forhold til arbejdsintensiteten. Ved lav intensitet, som kan udføres i lang tid, er der en stor fedt nedbrydning. Ved næsten maksimal intensitet, som kan udføres i kort tid, dominerer den anaerobe glykogennedbrydning samt spaltningen af ATP og KrP. Mellem disse intensitetsniveauer dominerer den aerobe glykogennedbrydning. Det skal understreges, at der er tale om en principskitse, idet der kan være forholdsvis store individuelle forskelle bl.a. på grund af træningstilstanden. Desuden vil energibidraget ved en vilkårlig intensitet være afhængig af i hvor lang tid, man arbejder med den givne intensitet.

Substratforbrug under arbejde

Under arbejde er det primært kulhydrater og fedtstoffer, der omsættes i kroppen.

Det er derfor vigtigt, at disse stoffer findes oplagret i depoter. Tabel 7 viser kroppens depoter af næringsstoffer og energi.

Træthed under arbejde

Træthed ved langvarigt arbejde

Undersøgelser har vist, at der er en direkte sammenhæng mellem indholdet af glykogen i musklerne ved starten af et arbejde og den arbejds mængde, man efterfølgende kan præstere. **Muskelglykogenindholdet** aftager med arbejdstiden. Jo højere arbejds-

intensitet, desto hurtigere sker faldet i glykogenindholdet. Arbejdstiden bliver følgelig kortere.

Træthed indtræder som regel, når for mange muskelfibre er **tømt for glykogen** til, at arbejdstempoet kan vedligeholdes. Det skyldes, at energiomsætningen fra kulhydrat er omtrent dobbelt så hurtig som fra fedt på grund af større aktivitet af de involverede enzymer. Jo højere arbejdsintensitet desto større vil det gennemsnitlige glykogenind-

hold i musklerne være ved træthed. Det skyldes, at arbejdsintensiteten ikke kan vedligeholdes ved hårdt arbejde, hvis blot et begrænset antal fibre – som følge af at de er tømt for glykogen – ikke kan deltage i kraftudviklingen.

Ved arbejde – med en varighed på 1-2 timer med en arbejdsintensitet svarende til 70-80% af den maksimale iltoptagelse – er det sandsynligvis **størrelsen af glykogendepoterne i musklerne**, der er

	Størrelse (gram)	Energi-mængde (KJ)	"Arbejdstid"	Anvendelse ved arbejde	Effekt af træning
ATP		4	1 sek	Direkte energikilde ved al energiomsætning	Ingen ændring i koncentration
Kreatinfosfat		15	6 sek	Umiddelbart energidepot til gendannelse af ATP	Ingen ændring i koncentration
Kulhydrater Leverglykogen	100	1770		Opretholdelse af blodsukkerkoncentrationen	Træning og kulhydratrig kost kan øge mængden til ca. det dobbelte
Muskelglykogen	400	7080		Anvendes især ved arbejde med moderat til høj intensitet	Træning og kulhydratrig kost kan øge mængden til ca. det dobbelte
Glukose i kropsvæske	20	320		Leverandør af energi til hjerneaktivitet og glukose til de arbejdende muskler	Ingen ændring i koncentration
I alt:	520	9170	timer		
Fedt Underhuden	7000	275.800		Anvendes især ved arbejde med let til moderat intensitet, mens kroppens øvrige fedtlagre reduceres	
Intramuskulært	150	5.910		Anvendes især efter arbejde, hvor genopbygning af muskelglykogen har første prioritet	Indholdet intramuskulært kan øges til ca. det dobbelte mens kroppens øvrige fedtlagre reduceres
I alt:	7150	281.710	dage		

Tabel 7. Kroppens depoter af næringsstoffer og energi hos mænd, der vejer 70 kg og har ca. 10%’s kropsfedt.

begrænsende for arbejdstiden. Ved arbejde af endnu længere varighed – og dermed med lavere intensitet – er udmattelse derimod nært knyttet til tømning af **leverens glykogenindhold**. Glukose, der optages i muskelcellerne og oplagres som muskelglykogen, kan kun i en ubetydelig mængde omdannes til glukose igen og frigives til blodet. Langt den overvejende del kan kun bruges inde i muskelcellerne. Leveren leverer glukose til blodet. Dermed er leveren eneleverandør af sukker (glukose) til hjernen, der som nævnt dækker sit energibehov udelukkende ved glukoseforbrænding. Når leverens glykogendepot er opbrugt, kan glukosekoncentrationen i blodet ikke længere vedligeholdes. Dette medfører nedsat glukosetilførsel til hjernen, hvilket umuliggør normal hjerneaktivitet med bl.a. træthed og manglende muskelkoordination til følge. Ved langvarigt arbejde (over 1 time) indtræder træthed i modsætning til ved kortvarigt arbejde, uden at mælkesyre- og kaliumkoncentrationen i musklerne og blodet er væsentligt forhøjet.

Velfyldte glykogendepoter i muskler og lever er derfor en forudsætning for at kunne udføre langvarigt arbejde. **Kostens sammensætning** har altså **indflydelse på**

arbejdsevnen i udholdenhedsidrætsgrene. Det gælder om at indtage en kulhydratrig kost og øge kulhydratdepoternes størrelse. Det er desuden i længerevarende idrætsgrene (over 1 time) hensigtsmæssigt at indtage kulhydrater **under** selve konkurrencen/træningen. Selvom kroppen forsøger at spare på de begrænsede glykogendepoter, er det undertiden ikke tilstrækkeligt ved hårdt arbejde i længere tid. Arbejdsintensiteten må tit nedsættes eller arbejdet må stoppes helt. Marathonløbere kender det som mødet med “muren” – kulhydratdepoterne er ved at være tømte. Selv i intervalidrætsgrene – som eksempelvis fodbold – kan man møde “muren”.

Efter hvert træningspas eller konkurrence er det derfor vigtigt at **genopbygge glykogendepoterne** så hurtigt som muligt for at blive klar til en ny krævende aktivitet. Seriøse idrætsudøvere anbefales at indtage 60-65% af deres energiindtagelse i form af kulhydrat, hvilket er noget højere end anbefalingerne til den almene befolkning (55-60%). Ved planlægning af kosten er – foruden **mængden** – også **typen af kulhydrat** samt **tidspunkt for indtagelse** af afgørende betydning for et godt resultat. Umiddelbart efter træning er musklen fysiologisk set

optimalt indstillet til glykogenoplagring. Dette skyldes primært en øget gennemtrængelighed af muskelcellens membran for kulhydrat. Idrætsudøvere bør derfor spise eller drikke så hurtigt efter træning/konkurrence som muligt.



Præstationsevnen er afhængig af køn, alder og modenhed, og er også under indflydelse af ydre faktorer såsom omgivelserne og diæten

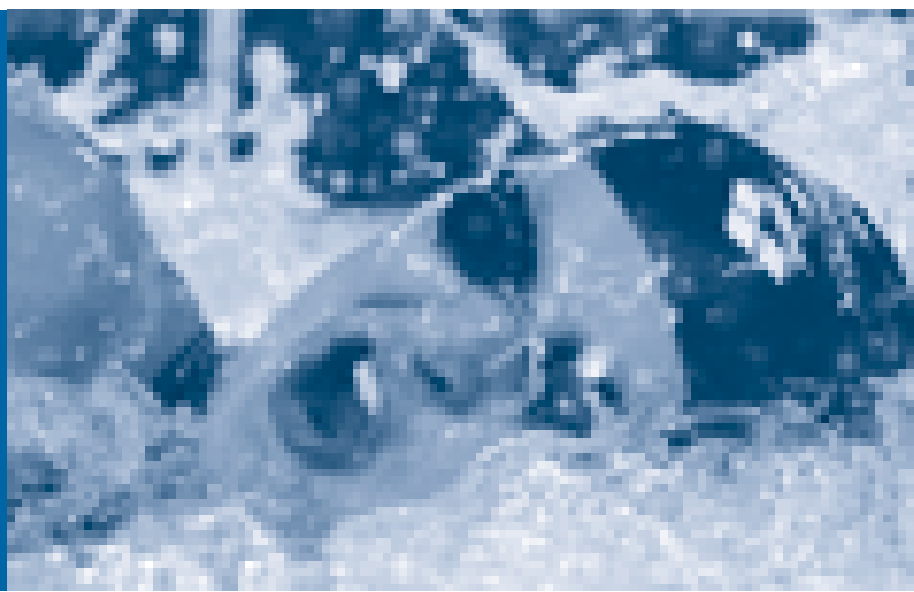
FYSISK TRÆNING

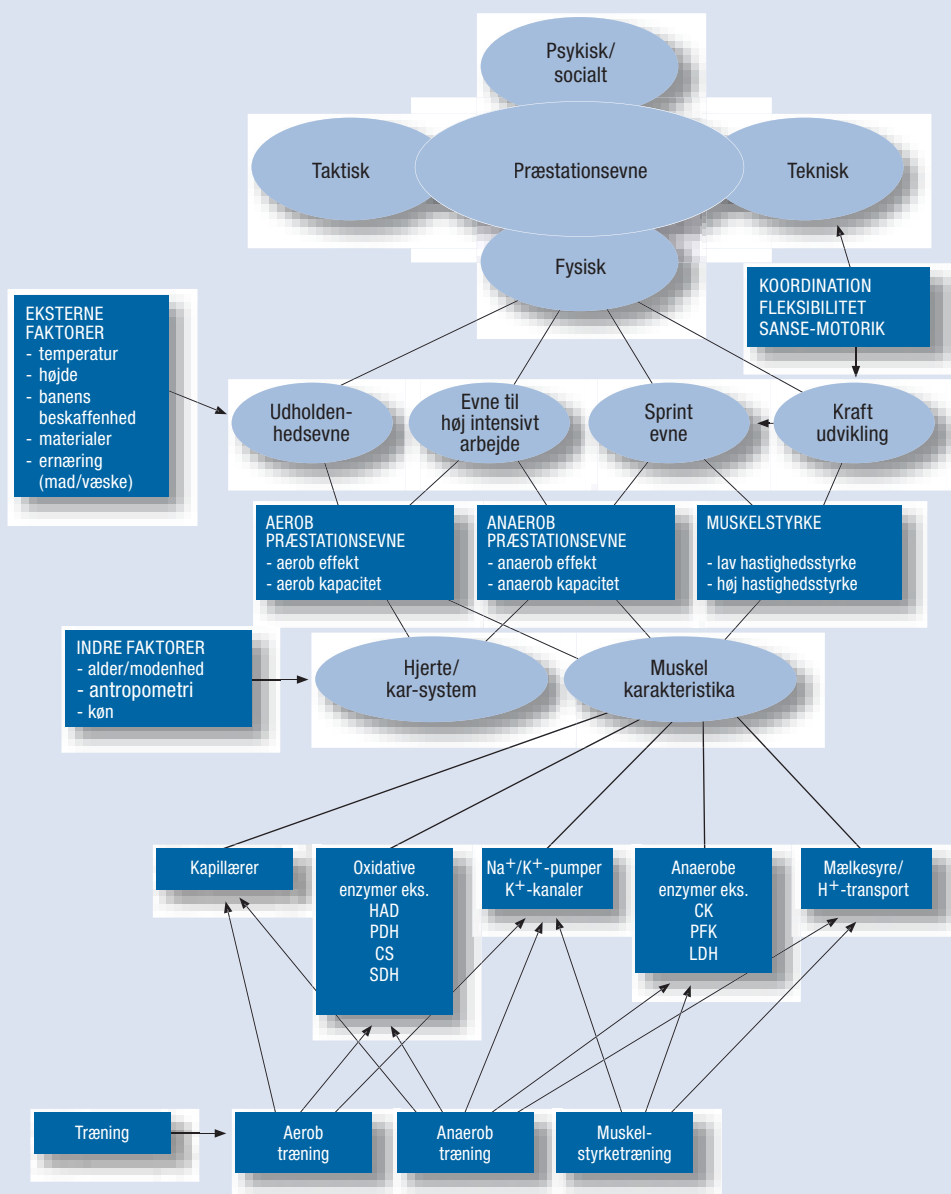


Præstationsevnen i idræt er bestemt af idrætsudøvernes tekniske, taktiske, psykologiske/sociale og fysiske karakteristika (se figur 5). Disse elementer er tæt forbundet med hinanden. En boldspiller kan eksempelvis ikke udnytte sine tekniske kvaliteter optimalt, hvis spillerens taktiske evner er mangelfulde. **De fysiske krav**, der stilles til idrætsudøveren, kan opdeles i følgende kategorier:

- Evnen til at udføre langvarigt arbejde (udholdenhedsarbejde) enten kontinuerligt eller i form af intervalarbejde
- Evnen til at arbejde med høj intensitet
- Evnen til at sprinte
- Evnen til at udvikle stor kraft

Basis for præstationen inden for disse kategorier er hjerte/kar-systemets og musklernes karakteristika kombineret med samspillet med nervesystemet. Disse karakteristika bliver først og fremmest bestemt af **genetiske faktorer**, men de kan i høj grad udvikles via **træning**. Det er meget forskelligt, hvor store ændringer træningen kan medføre. Eksempelvis kan den maksimale iltoptagelse hos utrænede personer ved intensiv træning øges til den dobbelte størrelse, mens udholdenheden kan stige med 300-400%. Præstationsevnen er afhængig af køn, alder og modenhed, og er også under indflydelse af ydre faktorer såsom omgivelserne og diæten (se figur 5).





Figur 5. Model af sammenhængen mellem de forskellige faktorer, der har betydning for præstationsevnen i idræt. Denne er bestemt af idrætsudøverens tekniske, taktiske, psykiske/socialt og fysiske kapacitet. Disse områder overlapper og har indflydelse på hinanden. De fysiske faktorer kan opdeles i flere konkurrencerelaterede evner (øverste del). Disse er afhængige af variable, der til dels kan evalueres separat (midterste del). Kapaciteten af hjerte/kar-systemet, de neurale faktorer og musklerne udgør de basale komponenter i den fysiske præstationsevne, som er bestemt af genetiske faktorer og træningstilstanden (nederste). Præstationsevnen under en konkurrence er også bestemt af forskellige ydre faktorer såsom omgivelserne og diæten.

Fysiske krav i idræt

Kendskab til **de fysiske krav** i selve idrætsdisciplinen er en forudsætning for planlægningen og udførelsen af en optimal fysisk træning i pågældende disciplin. Til vurdering af de fysiske krav i enhver idrætsdisciplin benyttes:

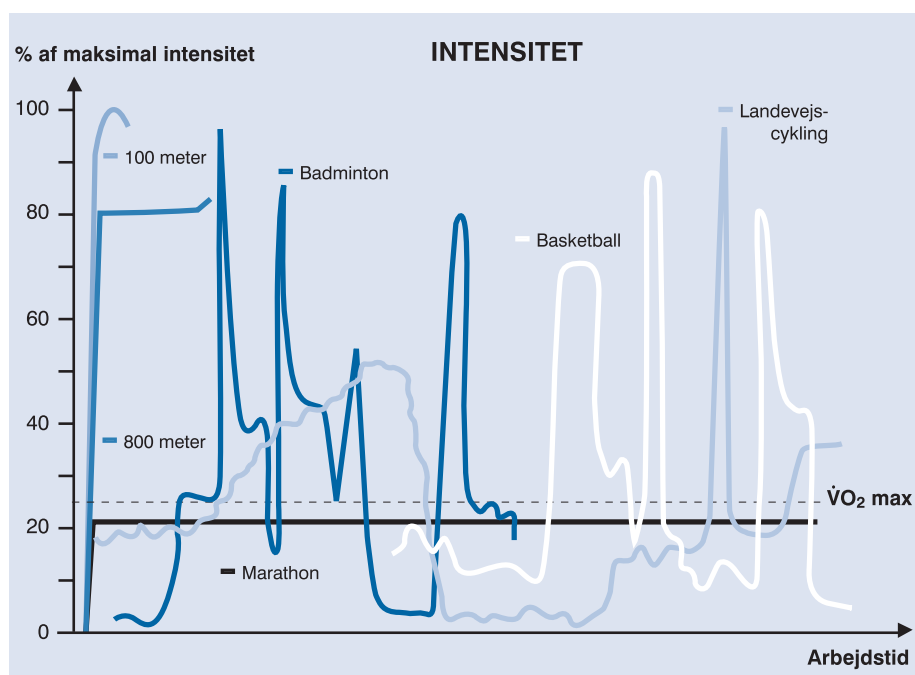
- Observationer og målinger af fysiske og fysiologiske variable under selve konkurrencen (**arbejdskravsanalyse**).
- Måling af den fysiske kapacitet hos eliteudøvere (**kapacitetsanalyse**), idet det må forventes, at disse udøvere gennem flere års træning har adapteret sig til kravene under konkurrence.

Før der eksisterer en fuldstændig analyse af de fysiske krav i en idrætsgren, kan det

være vanskeligt præcist at vurdere, hvordan de forskellige elementer af den fysiske træning skal doseres i forhold til hinanden, og hvor stor en del den fysiske træning skal udgøre af den samlede træningsmængde. Idrætsudøverne og trænerne må derfor på nuværende tidspunkt – i visse idrætsdiscipliner – basere deres træningsplanlægning på praktiske erfaringer. Det må anbefales at skaffe sig et så stort kendskab til de præcise fysiske krav som muligt i den pågældende idrætsdisciplin. Desuden er det nødvendigt at kende kravene til **træningssituationen**. Disse skal sammenholdes med en kapacitetsanalyse af den enkelte idrætsudøver, for på den måde at kunne klarlægge idrætsudøverens stærke og svage fysiske sider. Ud fra dette kan man så – for den enkelte person – tilrettelægge en fornuftig træning, som skal sigte

mod at mindske forskellen mellem idrætsudøverens kapacitet og arbejdskravene til den pågældende idrætsgren.

I analysen af de fysiske krav i en idrætsdisciplin er det vigtigt at kunne fastlægge den intensitet, der arbejdes med under konkurrence. Ofte angives **arbejdsintensiteten** i procent af den maksimale iltoptagelse. Det er vigtigt at understrege, at den intensitet, hvor den maksimale iltoptagelse opnås, ikke er udtryk for den højeste arbejdsintensitet, en person kan præstere. I kortvarige idrætsdiscipliner som 100 m sprint er arbejdsintensiteten på de første meter eksempelvis mere end fire gange større end intensiteten svarende til den maksimale iltoptagelse (se figur 6). En arbejdsintensitet – svarende til eksempelvis 90% af den maksimale iltoptagelse – vil derfor ikke



Figur 6. Eksempler på arbejdsintensiteter i forskellige idrætsdiscipliner. Der er store individuelle forskelle på, hvor stor intensitet man arbejder med i forskellige idrætsdiscipliner i forhold til ens maksimale iltoptagelse ($\dot{V}O_2 \text{ max}$). Den intensitet, hvormed den maksimale iltoptagelse opnås, svarer i visse idrætsgrene som eksempelvis sprint på cykel eller i løb (100-400 meter) gennemsnitlig til ca. 25% af den maksimale intensitet, der nås i de første sekunder af et sådant arbejde. I udholdenhedsidrætsgrene som cykling og langrend udgør den i gennemsnit ca. 60% af den maksimale intensitet.

være særlig anstrengende, hvis der eksempelvis kun arbejdes i tidsperioder af 10-15 sekunder. Den maksimale arbejdsintensitet, som sprinteren opnår, er ikke den gennemsnitlige intensitet i 100 meter løbet, men den højeste arbejdsintensitet i forbindelse med løbet, som for en sprinter altid opnås i starten.

Træningsområder

Aerob og **anaerob træning** kan opdeles i en række delområder, som er relateret til forskellige arbejdsintensiteter (se tabel 8 og figur 7). Begreberne **aerob** og **anaerob** træning er baseret på den energifrigørelse, som dominerer i de respektive arbejdsperioder i træningen. Aerob og anaerob træning repræsenterer hovedsageligt arbejdsintensiteter henholdsvis under og over den maksimale iltoptagelse. Aerob træning defineres som træning, der primært lægger vægt på at forbedre kapaciteten af det aerobe

energisystem. Tilsvarende fokuserer den anaerobe træning primært på at forbedre kapaciteten af det anaerobe energisystem.

Der er et vist overlap mellem de to træningskategorier. Eksempelvis kan arbejdsintensiteten under aerob høj-intensitetstræning i perioder blive lige så høj som under anaerob tolerancetræning. I boldspil er der ofte overlap mellem de forskellige træningsområder, idet arbejdsintensiteten varierer mere, når den fysiske træning foregår med bold. Inden for hvert enkelt træningsområde opereres der derfor med et **variationsområde** i forhold til arbejdsintensiteten (se figur 7). Inden for dette variationsområde (**primærområde**) skal arbejdsintensiteten i det pågældende træningsområde ligge. I mange idrætsgrene anvendes træningsmetoder, hvor der ofte varierer mellem de forskellige træningsområder under et træningspas. Det skyldes, at der stilles store krav til både aerob og anaerob energifrigørelse i

pågældende discipliner. Dette gælder især i intervalidrætsgrene, hvor arbejdsintensiteten varierer hyppigt.

Enhver form for træning bør indledes med en opvarmningsfase og afsluttes med såkaldte restitution aktiviteter. Dette er ofte et forsømt træningsområde, men bør være en lige så naturlig bestanddel af aktiviteten som den egentlige træning. Dette gælder også ved konkurrencer eller kamp.

Opvarmning

Formål med opvarmning

Ved opvarmning forstås en gradvis fysisk og psykisk tilpasning af kroppen til en efterfølgende fysisk aktivitet. Formålet med opvarmning er følgende:

- 1) At øge præstationsevnen
- 2) At nedsætte risikoen for skader

Effekt af opvarmning

De vigtigste **fysiologiske** effekter af opvarmning er følgende:

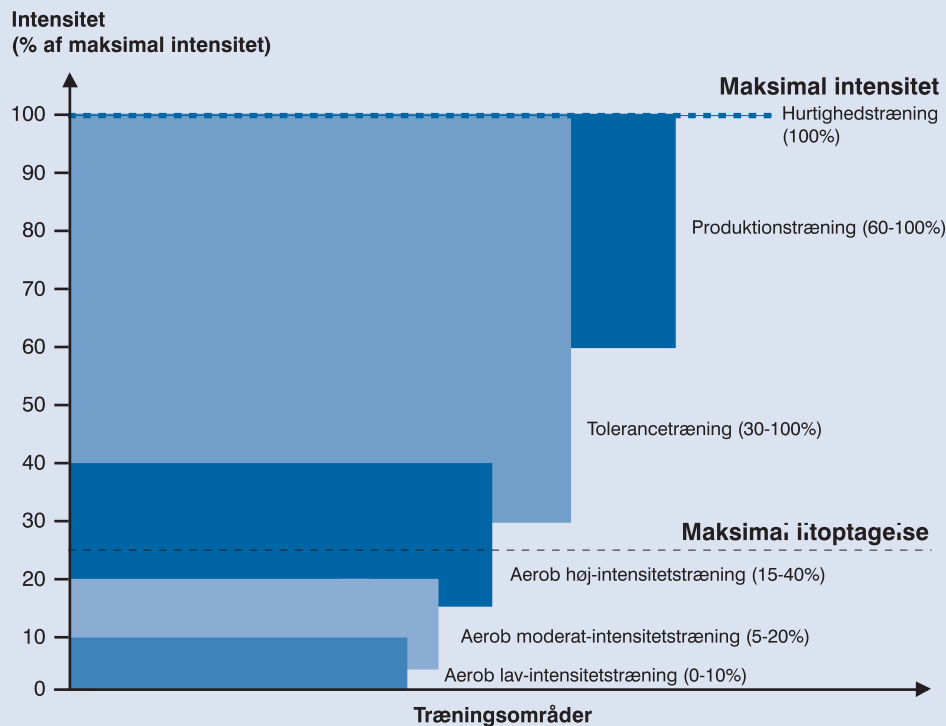
- Forøgelse af krops- og muskeltemperaturen
- Øget enzymaktivitet
- Øgning i hastigheden af de kemiske processer i kroppen
- Bedre afgivelse af ilt fra blodet til musklerne
- Hurtigere nerveledningshastighed
- Forbedring af ledvæskens smøreevne
- Hurtigere tilpasning af kredsløbet og åndedrættet til et efterfølgende arbejde
- Bedre aktivering af svedkirtlerne

Ved arbejde med store muskelgrupper sker der en stor **forøgelse i muskeltemperaturen**, men også en væsentlig **stigning i kroppens temperatur**, idet musklerne afgiver dele af den producerede varme til blodet, hvorved varmen spredes til hele kroppen. Kropstemperaturen kan øges fra 37°C til 40°C, mens muskeltemperaturen kan nå op på 42°C ved kraftig opvarmning.

Adskillige undersøgelser har vist, at **præstationsevnen** er forøget efter opvarmning. Jo højere muskeltemperatur, desto bedre præstationsevne (se figur 8). Dette gælder dog primært ved **korttidsarbejde**.

Træningsform	Primært træningsområde	% af maksimal intensitet	Arbejdstid	Varighed af pause
Anaerob-træning	Hurtigheds-træning	100	2-10 sek	20 sek - 5 min
	Hurtighed-udholdenhedstræning: Produktionstræning Tolerancetræning	60-100 30-100	5-40 sek 5-120 sek	2-10 min 5 sek - 12 min
Aerob-træning	Høj-intensitets-træning	15-40	20-120 sek, 2-10 min	10-60 sek, 1-6 min
	Moderat-intensitets-træning	5-20	5 min eller længere	1-2 min
	Lav-intensitets-træning	0-10	5 min eller længere	0-1 min

Tabel 8. Vejledende oversigt over arbejdsintensiteter udtrykt i relation til maksimal arbejdsintensitet (100%), arbejdstid og varighed af pause inden for de forskellige træningsområder. I boldspil, hvor træningen udføres med bold, vil pauserne mellem arbejdsperioderne ofte kunne nedsættes i forhold til tiderne i tabellen, idet spillerne, på grund af naturlige variationer i spillet, ikke arbejder konstant med tilstrækkelig høj intensitet. De relative arbejdsintensiteter er vejledende. Der findes idrætsgrene, hvor der er afvigelser - eksempelvis svømning.



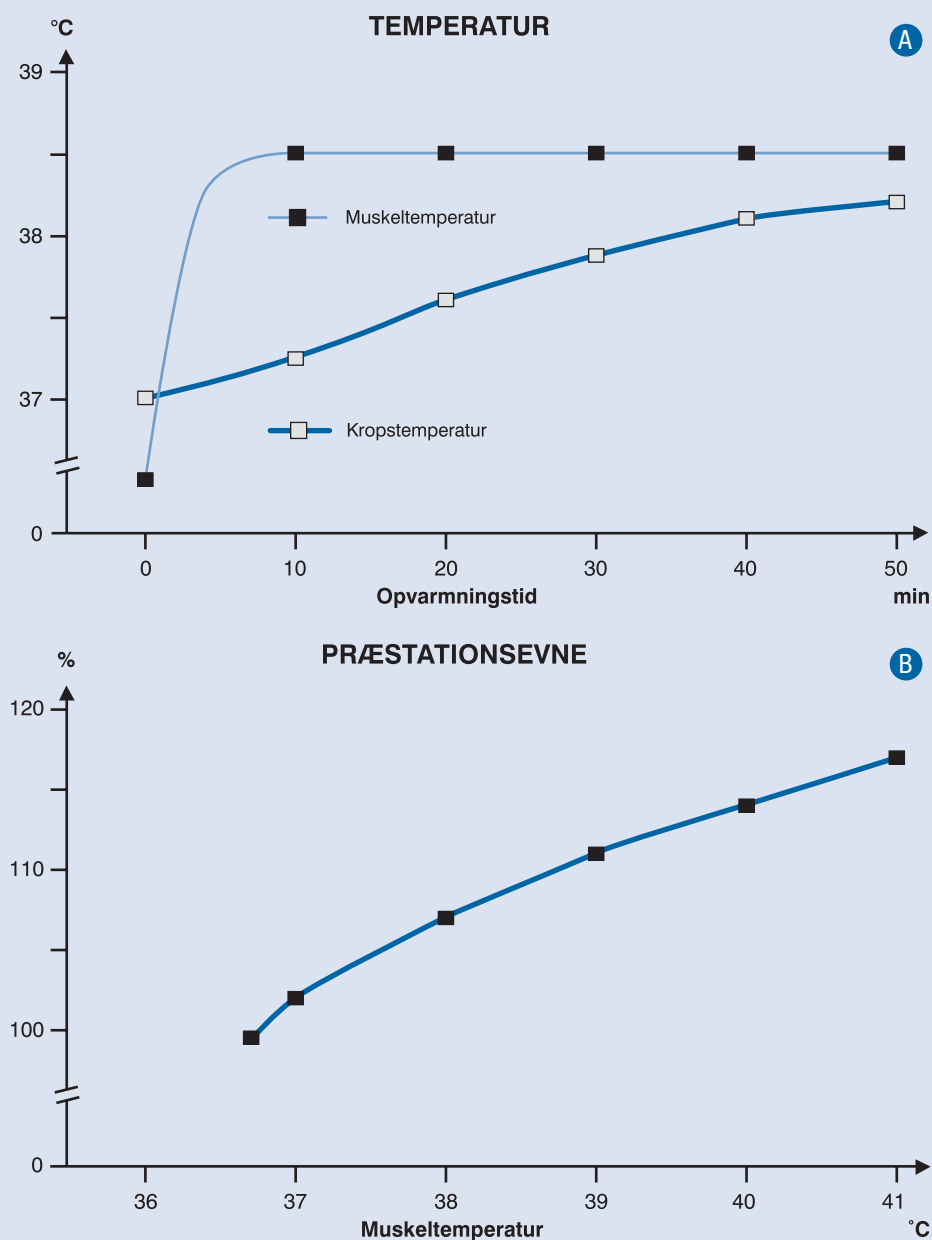
Figur 7. Primære træningsområder inden for aerob og anaerob træning udtrykt i relation til maksimal arbejdsintensitet (100%). De enkelte områder overlapper hinanden, idet der er et vist variationsområde inden for hver kategori. Arbejdsintensiteten svarende til den maksimale iltoptagelse og den maksimale arbejdsintensitet er angivet ved henholdsvis den nederste og øverste stiplede linie. Der er store individuelle forskelle på, hvor meget intensiteten svarende til den maksimale iltoptagelse udgør i forhold til den maksimale intensitet. Her er den sat til 25%, men for nogle udgør den kun 10% og for andre op til 50-60% af den maksimale intensitet.

I idrætsdiscipliner som sprintløb (100-400 meter), boldspil og kampsport skal opvarmningen være forberedelse til en maksimal præstation straks fra starten.

Når man starter på et **længerevarende kontinuerligt arbejde** modvirkes den gavnlige virkning af den høje muskeltemperatur ved, at kredsløbet – på grund af temperaturstigningen – hurtigere omlægges i varmereguleringens tjeneste. Det resulterer i stor blodtilførsel til huden og væsketab fra kroppen, når man sveder, hvorved der bliver mindre blod til rådighed for de arbejdende muskler. **Opvarmning til langtidsarbejde** skal **ikke** være af så **lang varighed** eller med så **høj intensitet** som til korttidsarbejde. For det første fordi man – ved et sådant arbejde – ikke skal være klar til at arbejde med maksimal intensitet lige fra starten. Starten af arbejdet vil derfor kunne

fungere som “den sidste del af opvarmningen”, idet man i løbet af få minutter vil kunne opnå en passende temperatur. For det andet vil det – specielt i varme omgivelser – være en fordel ikke at starte med for høj kropstemperatur, idet der så er mindre risiko for i løbet af arbejdet at nå op på en kritisk kropstemperatur (hjerne-temperatur), der medfører central træthed (“træthed i hjernen”) og eventuelt varmeudmattelse, så arbejdsintensiteten må sættes ned, eller arbejdet helt må stoppes. Den under opvarmningen tabte væske bør så vidt muligt erstattes inden den egentlige træning eller konkurrence.

Den **primære årsag** til den forøgede præstationsevne ved korttidsarbejde efter opvarmning er, at temperaturstigningen forøger **hastigheden af de kemiske processer i kroppen**. Dette forekommer via



Figur 8. A) Figuren illustrerer forandringer i muskel- og kropstemperaturen under opvarmning af 50 minutters varighed. Muskeltemperaturen er forhøjet til et konstant niveau efter ca. 10 minutters opvarmning, mens kropstemperaturen stiger jævnt under hele opvarmningen. **B)** Sammenhængen mellem muskeltemperatur og præstationsevnen ved sprintarbejde. Af figuren fremgår det, at præstationsevnen stiger i takt med muskeltemperaturen. Ved en muskeltemperatur på 41°C var præstationsevnen 15% bedre end ved 37°C.

en øgning af enzymaktiviteten i cellerne. Desuden øges blodets evne til at afgive ilt til musklerne, nerveledningshastigheden bliver hurtigere, og ledvæskens smøringsevne forbedres især over for hurtige bevægelser. Opvarmning påvirker kredsløbet, som indstilles til aktiviteten, idet pulsfrekvensen og iltoptagelsen efter opvarmning øges hurtigere ved starten af et efterfølgende arbejde. Yderligere har opvarmning ved arbejde en effekt på svedkirtlernes aktivering, hvilket muliggør en hurtigere varmeafgivelse.

Utilstrækkelig eller manglende opvarmning er ofte årsag til, at **skader** opstår. En uopvarmet muskel er ikke så eftergivelig, og den har svært ved at opfange og afbøde de kraftige træk, der forekommer ved pludselige belastninger i især meget intensive idrætsgrene. De såkaldte "fibersprængninger", som primært er overrivninger og ødelæggelse af muskelfibre og det omkringliggende bindevæv, kan dermed opstå. En opvarmet muskel er i højere grad modstandsdygtig, idet muskelvæv og det meste af bindevævet hurtigere bliver eftergiveligt ved stigende temperatur. Ved at indlægge **strækøvelser** i opvarmningen, hvor musklerne kommer tæt på deres yderstilling, er musklerne bedre forberedt på de mange situationer under kamp eller konkurrencer, hvor de tvinges ud i disse yderstillinger.

Afvikling af opvarmning

Undersøgelser har vist, at opvarmning skal være af minimum 10 minutters varighed for at få den største præstationsfremmende virkning (se figur 8). I praksis er opvarmningen i stort set alle idrætsdiscipliner af længere varighed. På den anden side må den heller ikke være for lang, idet man så risikerer, at træthed opstår tidligere end ellers under den efterfølgende træning eller konkurrence. I stedet for at begynde opvarmningen i et forholdsvis højt tempo

foretrækker mange udøvere fornuftigvis at starte opvarmningen relativt langsomt for derefter gradvist at øge intensiteten. Ved opvarmning til boldspil skal spillerne i starten af opvarmningen undgå kropskontakt, hurtige retningsændringer og lange afleveringer. Desuden skal der afsættes tid til én eller flere perioder, hvor der udføres strækøvelser. **Strækøvelserne** skal udføres med **langsomme bevægelser mod yderstillingen**, som holdes i relativ kort tid (5-15 sekunder). Hvis den efterfølgende aktivitet indeholder intenst arbejde, skal tempoet til sidst i opvarmningen være relativt højt og kan eksempelvis i boldspil indeholde korte ryk og kropskontakt.

Opvarmningen indeholder ydermere et **psykisk aspekt**. Især i forbindelse med kamp eller konkurrencer har idrætsudøverne brug for tid til at indstille sig mentalt på at kunne præstere et godt resultat og for eventuelt at gennemgå og afprøve nogle tekniske og taktiske detaljer. Opvarmningen ved kamp eller konkurrence bør derfor være mere målrettet end ved træning. I den daglige træning kan opvarmningen virke stimulerende, især hvis den er **varieret** og samtidig effektiv. Så bliver det ikke bare noget, der skal overstås, og det kan hjælpe idrætsudøveren til at koncentrere sig om den efterfølgende træning.

Lufttemperaturen og idrætsudøverens beklædning spiller en rolle for omfanget af opvarmningen. Jo varmere det er, og jo mere tøj udøveren har på, desto nemmere er det at opnå en opvarmningseffekt. Opvarmningen behøver derfor ikke i sådanne tilfælde at være så lang. Hvis omgivelserne er kolde, vil det være hensigtsmæssigt at klæde sig varmt på. Varmeafgivelsen fra kroppen vil mindskes, hvorved muskel- og kropstemperaturen vil stige hurtigere. Selv på eliteniveau ses desværre ofte idrætsudøvere, der varmer op

i forholdsvis kolde omgivelser eksempelvis uden træningsdragt på.

Et **opvarmningsprogram** bør indledes med en **almen del**, hvor der foretages helkropsaktiviteter med de store muskelgrupper (eksempelvis ved løb). Derefter følger en mere speciel, **idrætsspecifik del**, der skal tilgodese særlige krav til den specifikke idrætsgren. Hovedparten af øvelserne bør være dynamiske bevægelser, der i udseende ligner sekvenser og mønstre fra pågældende idrætsdisciplin. I boldidrætsgrene bør denne opvarmning foregå med bold. Der indlægges én eller flere perioder med strækøvelser. Intensiteten skal stige gradvist, og er der tale om konkurrence, bør intensiteten i slutningen af opvarmningen være meget høj. Dette er ofte ikke nødvendigt til træning, hvor idrætsudøverne til en vis grad selv har mulighed for at styre intensiteten efter opvarmningen.

Ved træningspas i udholdenhedsidrætsgrene – som langdistanceløb eller landevejscykling – kan opvarmningen ved eksempelvis aerob moderat-intensitetstræning være en del af selve træningen, idet træningsintensiteten ikke er så høj. Løberen starter bare sin 20 km træningstur i et lidt langsommere tempo end gennemsnitshastigheden. I forbindelse med konkurrence eller kamp bør man som omtalt i høj grad også rette opmærksomheden mod den psykiske tilvænning og give god plads til denne i opvarmningen. I **holdidrætsgrene** bør der tages individuelle hensyn, så der bliver mulighed for perioder med **selvstændig opvarmning**.

Opvarmning skal foregå umiddelbart før træning eller konkurrence, idet muskeltemperaturen hurtigt falder, hvis musklerne ikke er i aktivitet. **Virningen aftager** i løbet af ca. 15 minutter. Desuden vil effekten af de indlagte strækøvelser falde i løbet

af 20-30 minutter. Høj lufttemperatur og varm påklædning øger muligheden for at holde på den producerede varme. I boldspil skal man være opmærksom på, at der kan ske et markant fald i muskeltemperaturen mellem de to halvlege. Det vil derfor være hensigtsmæssigt at foretage en eller anden form for muskelaktivitet i pausen for alle spillere især i eksempelvis fodbold, hvor pausens længde kan være på 15 minutter.

Nøglepunkter ved opvarmning

- Minimum 10 minutters varighed
- Påklædning afpasset efter forholdene
- Bør indeholde en almen og en idrætsspecifik del
- Gradvis øget intensitet
- Bør indeholde strækøvelser
- Kan også bruges som mental forberedelse til den efterfølgende præstation
- Bør tilpasses efter arbejdsformen af den efterfølgende aktivitet.
- Bør foregå umiddelbart før træning eller konkurrence

Restitutionsaktiviteter

Formål med restitutionaktiviteter

Enhver træning eller konkurrence bør afsluttes med aktiviteter med meget lav intensitet og udspændingsøvelser. Ofte bruges udtrykket "nedvarmning" som betegnelse for disse aktiviteter, men et mere korrekt udtryk er **restitutionsaktiviteter**, idet aktiviteterne er med til at opretholde muskeltemperaturen. Formålet med restitutionaktiviteter er at hjælpe idrætsudøveren til at komme sig hurtigere oven på et hårdt

træningspas eller en hård konkurrence eller kamp. Dermed vil idrætsudøveren hurtigere blive fysisk frisk til næste træningspas eller næste konkurrence eller kamp.

Effekt af restitutionaktiviteter

Den primære effekt af restitutionaktiviteter er følgende:

- Nedsat ømhed i musklerne
- Hurtigere genvinding af fysisk præstationsniveau til efterfølgende træningspas eller konkurrence

Under intensiv træning eller konkurrence produceres stoffer, bl.a. mælkesyre, som ophobes i de arbejdende muskler. Desuden kan der opstå små skader i muskelfibrerne. Dette kan føre til **ømhed** i muskulaturen i de efterfølgende dage. Ømheden er som regel størst efter ca. 2 dage (forsinket muskelømhed). Ømhed i muskulaturen opstår eksempelvis, når musklerne arbejder med et bevægelsesmønster, de ikke er vant til, eller efter et for hårdt træningspas i starten af sæsonen. Idrætsudøveren vil derfor være mindre frisk ved det næste træningspas eller ved den næste konkurrence eller kamp. Man bør derfor på kort sigt undgå den træningsform, som var årsag til muskelømheden.

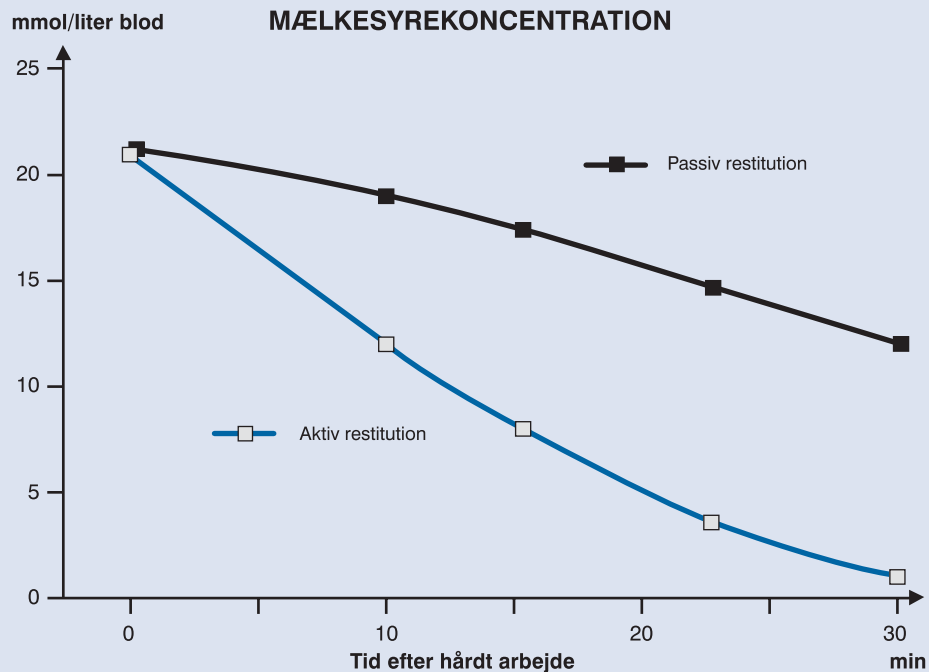
I praksis har det vist sig, at restitutionaktiviteter reducerer ømheden. Årsagen til dette er endnu ikke videnskabeligt bevist, men forklaringen er sandsynligvis, at restitutionaktiviteter opretholder en vis blodgennemstrømning i musklerne, hvorved bortfjernelsen af de ophobede stoffer øges. Hvis intensive aktiviteter **afsluttes med let aktivitet** i stedet for ingen aktivitet, viser

det sig bl.a., at den ophobede mælkesyre fjernes hurtigere og dermed mere effektivt (se figur 9). Let aktivitet kan eksempelvis være 10-15 minutters let løb (af-jogging) eller cykling med en intensitet, der ikke bør overstige 60% af den maksimale iltoptagelse eller boldspil, der ikke stiller store fysiske krav til spillerne.

Efter muskelarbejde er musklerne uden væsentligt forkortede, og det kan tage op til to dage, før de har genetableret deres længde. Deltager man regelmæssigt i træning eller konkurrence og kamp uden brug af udspændingsøvelser, bliver resultatet efterhånden en vedvarende forkortning af musklerne. **Forkortede muskler** – det vil sige muskelfibre og de sener, de er anbragt i serie med – medfører **ringere bevægelighed**. Er denne nedsat, mindskes præstationsevnen i de situationer, hvor musklerne er i yderstilling, og samtidig vil risikoen for skader sandsynligvis være øget. Gennem **regelmæssig udspænding** af muskelsene-enhederne kan idrætsudøveren bevare eller forbedre sin bevægelighed.

I praksis opnås ofte en følelse af velvære, afslappelse og reduktion af gener som følge af udspændingsøvelser efter idrætsaktivitet. Dette skyldes sandsynligvis frigørelse af endorfiner (morfinlignende stoffer, som kroppen selv producerer, og som kan mindske følelsen af smerte) i hjernen som følge af udspændingen. Til gengæld er det ikke påvist videnskabeligt, at udspændingsøvelserne reducerer ømhed. Det bør nævnes, at de væv, der allerede er beskadigede og har været udsat for fiberbrist og overrivninger, heler bedre og opnår hurtigere





Figur 9. Mælkesyreindholdet i blodet efter udførelse af hårdt arbejde efterfulgt af dels jogging (aktiv restitution) og dels passiv restitution. Mælkesyren blev fjernet langt hurtigere ved den aktive restitution, hvor koncentrationen – i modsætning til den passive restitution – var tilbage på hvileniveau 30 minutter efter afslutningen af det hårde arbejde.

deres normale styrke og stivhed, når de udsættes for mekanisk belastning i form af regelmæssige, langsomme stræk og udspændinger, der er tilpassede til skadens omfang. Dette kan naturligvis følges op med aktive muskeløvelser og træning. Man skal dog huske, at de støttevæv, der påvirkes af strækøvelser og udspænding, har et langsomt stofskifte og derfor skal trænes i måneder for at opnå en mærkbar effekt med hensyn til fibrenes længde, tykkelse og styrke i støttevævet.

Afvikling af restitutionsaktiviteter

Enhver aktivitet bør afsluttes med fysiske øvelser med meget lav aktivitet, der primært involverer de samme muskelgrupper, som har været brugt under selve træningspasset eller konkurrencen. Desuden bør der gennemføres et **udspændingsprogram** – for de mest belastede muskelgrupper – for at bringe musklerne

til den længde, de havde før aktiviteten. Ved udspænding skal musklen holdes i yderstilling i minimum 30 sekunder i modsætning til strækøvelser, som bruges under opvarmning, og hvor musklen holdes tæt på yderstilling i noget kortere tid. Udspændingsøvelser kan foregå efter flere forskellige principper, men der er visse grundregler, der skal overholdes. Det gælder om at få mindsket spændingen i musklerne for at få så gode muligheder som muligt for at udspænde dem.

Udspændingen skal foregå under **behagelige omstændigheder** (rolige omgivelser, passende temperatur og god tid), og musklerne skal være varme. Udøveren skal bevidst slappe af, og der skal altid benyttes **langsomme bevægelser mod yderstillingen**. Alle disse forhold nedsætter spændingen i muskulturen. Udspænding må aldrig foregå med

huggende bevægelser, idet strækrefleksen (den myotatiske refleks) dermed vil aktiveres. Denne refleks beskytter musklen imod overstrækning og får derfor musklen til at trække sig sammen i stedet for at blive strakt. Ved passiv udspænding (eventuelt udført af makker) eller ved aktiv udspænding med langsomme bevægelser aktiveres strækrefleksen ikke. Et simpelt udspændingsprincip kan være: Bring langsomt musklen i yderstilling og hold den der i 15-20 sekunder. Forsøg forsigtigt og langsomt at udspænde musklen lidt mere og hold den i den nye stilling i yderligere 15-20 sekunder.

Ved at indføre restitution aktiviteter brydes der ofte med traditionerne for, hvordan træning og konkurrence afsluttes. Dette gælder specielt inden for boldspil, hvor spillerne – selv på eliteniveau – tit går direkte til omklædningsrummet og i bad. Det er vigtigt, at der ikke slækkes på kravene til idrætsudøverne med hensyn til restitution aktiviteter, og at de efterhånden får egne erfaringer og bliver mere bevidste om effekten af disse. Restitutionsaktiviteterne bør være en ligeså naturlig del af træningen som opvarmning.

Nøglepunkter ved restitution aktiviteter

- Bør udføres efter hvert træningspas eller konkurrence
- Skal indeholde fysiske øvelser med lav aktivitet samt et udspændingsprogram
- Bør foregå under behagelige omstændigheder

Intervaltræning

Formål med intervaltræning

- 1) At øge den totale mængde af intenst arbejde
- 2) At kunne variere træningen

Afvikling af intervaltræning

En meget benyttet træningsform – inden for aerob og især anaerob træning – er **intervaltræning**. Ofte hører man trænerne vejlede deres idrætsudøvere ved at sige, at de skal anvende denne træningsform uden nærmere angivelse af hvilken intensitet, der skal arbejdes med. Men det er vigtig at understrege, at intervaltræning i sig selv bare er en betegnelse for en træningsform, hvor der ofte **skiftes mellem arbejde og hvile eller lettere arbejde**. Intervaltræning dækker over hele spektret af intensitet fra 0 til 100% af maksimal intensitet og dermed over alle træningsområderne (se figur 7). Et utal af forskellige kombinationer af arbejdstid og pausetid eller lettere aktivitet kan anvendes. Derfor er det absolut nødvendigt at angive **intensiteten** i intervalperioderne, for at kunne fastslå i hvilket træningsområde, der arbejdes.

Desuden vil **arbejdsperiodernes og pausernes varighed** have afgørende betydning for i hvilket område, den primære træningseffekt ligger. Intervaltræningen kan yderligere varieres ved at ændre **arbejdsperiodernes antal og aktivitetsniveauet i pausen**. Inden for de specifikke idrætsgrene eksisterer der et utal af navne for forskellige kombinationer af arbejds- og pausetid. 30 sekunders arbejde med 15 sekunders pause imellem udført i 20 minutter med en intensitet på omkring 90% af den maksimale iltoptagelse (ca. 20% af den maksimale intensitet) er et eksempel på aerob høj-intensitetstræning med korte intervaller (se figur 7 og side 37), mens et eksempel på anaerob tolerancetræning er 5 gentagelser á 1 minuts arbejde kombineret med 4 minutters pause på en intensitet på omkring 50% af den maksimale intensitet (se figur 7).

Ved aerob høj-intensitetstræning og ved al anaerob træning, er **aktivitetsniveauet i pauserne** af betydning i udførelsen af intervaltræning. Det bliver nemmere at gennemføre den efterfølgende arbejdsperiode, idet tabet af kalium fra musklerne reduceres, hvilket har en positiv indflydelse på udviklingen af træthed. Da det bliver lettere at gennemføre træningen, kan arbejdstiden for den enkelte arbejdsperiode forlænges, og/eller antallet af arbejdsperioder eller arbejdsintensiteten kan eventuelt øges. **Intensiteten ved aktiv restitution** bør ikke overstige 60% af den maksimale iltoptagelse svarende til en pulsfrekvens på ca. 145 ved en maksimal pulsfrekvens på 200 slag pr. minut. Den skal være så tilpas lav, at der ikke forekommer nogen yderligere akkumulering af mælkesyre i musklerne og frigørelse af kalium, idet disse faktorer har en afgørende indflydelse på udviklingen af træthed ved kortvarigt arbejde.

Det primære **formål med intervaltræning** er at **øge den totale mængde af intenst arbejde**. Desuden giver intervaltræning gode muligheder for at variere træningen. Normalt anvendes intervaltræning kun, hvis der skal trænes med høj intensitet. Det vil sige ved aerob høj-intensitetstræning (se side 34) samt ved al form for anaerob træning. En løber kan eksempelvis arbejde med en intensitet svarende til 90% af hans maksimale iltoptagelse kontinuerligt i 7 minutter. Ved at opdele arbejdet i perioder af 3 minutter med 3 minutters pause imellem er løberen i stand til at gennemføre 5 arbejdsperioder og arbejde i alt i 15 minutter. Når man starter med at arbejde, stiger iltoptagelsen, først hurtigt og derefter langsomt. Iltoptagelsen er i begyndelsen ikke stor nok til, at de arbejdende

muskler kan dække deres energibehov ved aerobe processer alene. Der opstår derfor et **iltdeficit** (iltunderskud). Jo højere arbejdsintensiteten er, desto større bliver iltdeficitet. Ved det kontinuerlige arbejde er der godt nok kun én opstartsfase uden "optimal" iltoptagelse, mens der ved intervalarbejdet er fem (de sidste fire dog med en mindre varighed end den første). Alligevel vil den samlede træningsmængde med høj iltoptagelse (intensitet) blive øget med intervaltræningen.

Intervaltræning med høj intensitet er fysisk og psykisk krævende. Det er vigtigt, at man er udhvilet og mentalt vel-forberedt. Intervaltræning kan udføres på mange måder og behøver ikke altid foregå i de samme faste rammer med ens rute, kontrol af distance eller tid m.m. Især i boldspil er der mulighed for at variere træningen med alle mulige former for småspil, hvor man kun skal sikre, at spillet foregår i det rette intensitetsområde og med passende pause. Træningens effektivitet kan til dels vurderes ved pulsregistreringer i både arbejds- og pauseperioderne eller ved målinger af mælkesyrekoncentrationen i blodet. Ved gennemførelse af fast distance kan intensiteten også vurderes ved hjælp af den gennemførte tid i forhold til idrætsudøverens maksimale niveau på distancen.

Nøglepunkter ved intervaltræning

- Benyttes primært ved træning med høj intensitet
- Derfor normalt fysisk og psykisk krævende
- Bør varieres med hensyn til form og rammer
- Bør indeholde let fysisk aktivitet i pauserne
- Bør efterfølges af restitutionsaktiviteter ved træning med høj intensitet

Fysisk træning i boldspil

Ved analyse af de enkelte boldspil finder man, at alle boldspil er af intermitterende karakter. Det vil sige, at de foregår ved intervalarbejde, hvor der ofte skiftes mellem arbejde med forskellig intensitet/varighed og let arbejde eller pause, som også kan variere i længde og intensitet. En væsentlig del af den **fysiske træning i boldspil** bør foregå **med bold**, idet en sådan træning har flere fordele:

- De specifikke muskelgrupper, der bruges i boldspil, vil blive trænet
- Spillernes tekniske og taktiske evner udvikles under kamprelevante forhold
- Fysisk træning med bold er for de fleste spillere mere motiverende end træning uden bold

Det kan dog være nødvendigt at træne **fysisk træning uden bold (formel træning)** på grund af:

- Ydre omstændigheder såsom begrænset tid og plads i hallen eller dårlige baneforhold og dårligt klima ved udendørs boldspil
- Nogle spillere vil have en tendens til ikke at arbejde hårdt nok med bold, idet tekniske og taktiske begrænsninger kan sænke arbejdsintensiteten.

På trods af ovenstående foregår størstedelen af den aerobe og anaerobe træning i mange boldspil – selv på eliteniveau – ved løb uden bold i et næsten konstant tempo. Det kan der være flere forklaringer på.

Mange trænere har ikke tilstrækkelig viden om den nyeste forskning og udvikling af træningsmetoder i boldspil. De anvender i stedet for de samme metoder, som de selv blev udsat for som spillere. Desuden er det nemmere at planlægge og organisere den fysiske træning, hvis den foregår uden bold. Det kræver ikke så megen kreativitet fra trænerens side. Nogle trænere mener også, at løb uden bold gør spillerne mentalt stærkere, hvis der arbejdes meget hårdt. Den vigtigste grund til, at fysisk træning i

boldspil oftest ikke foregår boldspilsspecifikt, er dog nok, at det er vanskeligt at måle/kontrollere spillernes belastning under træning.

Det er ved formel træning nemt for træneren at kontrollere, hvad de forskellige spillere har præsteret, eksempelvis ved en målsætning på 12 minutter for en 3 km løbetur. Ved boldspil i mindre grupper kan man ikke på samme måde vide, hvad den enkelte spiller præsterer, og om alle spillere belastes lige hårdt. Et vigtigt hjælpemiddel, til måling af en spillers belastning under en øvelse med bold, er et pulsur, som bruges til at måle pulsfrekvensen under arbejdet. Herved får man et godt billede af arbejdsintensiteten (se side 27).

De fysiske krav, der stilles til en spiller under kamp, er under indflydelse af flere faktorer som eksempelvis spillerens taktiske rolle eller tekniske standard. Derfor har spillere på et hold forskellige træningsbehov. En del af den **fysiske træning** i boldspil bør derfor udføres **individuel** eller i små grupper, hvor træningen så kan fokusere på spillerens svage eller stærke sider. Det kræver dog både megen forberedelse fra trænerens side og gode træningsforhold.

Et vigtigt hjælpemiddel til at gøre fysisk træning så effektiv som muligt er måling af pulsfrekvensen.

AEROB TRÆNING



Den aerobe træning kan opdeles i tre overlappende træningsområder: (A) **Lav-intensitetstræning**, (B) **Moderat-intensitetstræning** og (C) **Høj-intensitetstræning** (se figur 10).

Overordnede formål med aerob træning

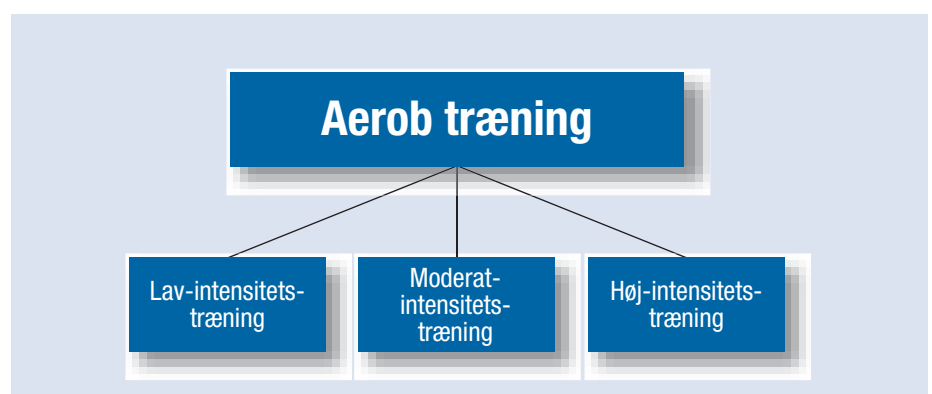
- 1) Forbedring (eller vedligeholdelse) af kredsløbets evne til at transportere ilt, så en større del af den samlede energifrigørelse ved intenst arbejde kan ske ved aerobe processer.
- 2) Forbedring (eller vedligeholdelse) af musklernes evne til at udnytte den tilførte ilt samt til at forbrænde fedt og dermed til at arbejde igennem længere tid.
- 3) Forbedring (eller vedligeholdelse) af kroppens evne til at restituere sig efter hårdt arbejde og dermed til at blive hurtigere klar til en ny intensiv arbejdsperiode.

Træningsprincipper

Måling af pulsfrekvensen

Et vigtigt hjælpemiddel til at gøre fysisk træning så effektiv som muligt er måling af pulsfrekvensen. **Pulsfrekvensmålinger** giver et godt billede af idrætsudøverens belastning under træning eller konkurrence, hvilket man kan udnytte ved planlægning af træningen. Dette gælder især ved intens træning, hvor man kan få værdifuld information om træningseffekten ved at måle pulsfrekvensen.

Man skal dog være opmærksom på, at der kan forekomme **dag-til-dag variationer** i pulsfrekvensen på en given belastning på grund af forskelle i temperaturforhold, væskebalance m.m. Arbejdsintensiteten er relateret til en proportionel øgning af både pulsfrekvensen og iltoptagelsen. Det vil sige, at når arbejdsintensiteten øges, stiger pulsfrekvensen tilsvarende. Det gælder



Figur 10. Komponenterne i aerob træning.

både ved kontinuerligt og intervalarbejde (se figur 11). Det er denne sammenhæng, der er årsagen til, at pulsfrekvensen kan anvendes til at belyse idrætsudøverens arbejdsbelastning. I visse situationer kan pulsfrekvensen ved konstant arbejde dog stige gradvist og relativt mere end iltoptagelsen, hvilket betegnes som "**cardiac drift**". Dette kan skyldes eksempelvis psykisk stress i forbindelse med en konkurrence eller dehydrering og påvirker relationen mellem pulsfrekvens og iltoptagelse. Pulsfrekvensen bruges til at beregne den relative arbejdsbelastning, der defineres som:

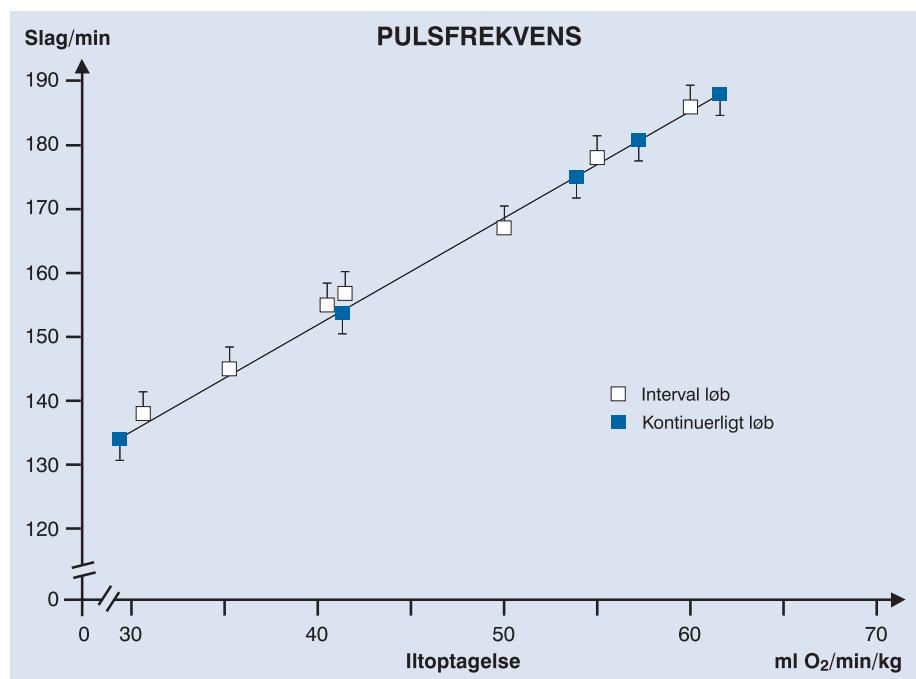
$$\text{Relativ arbejdsbelastning (\%)} = \frac{\text{Arbejdspulsfrekvens} \div \text{hvilepulsfrekvens}}{\text{Maksimal pulsfrekvens} \div \text{hvilepulsfrekvens}} \times 100\%$$

Den relative arbejdsbelastning bruges til at vurdere arbejdsbelastningen i forhold til den maksimale iltoptagelse.

Hvilepulsfrekvensen måles under standardiserede forhold efter en god nats søvn, hvor personen er i væskebalance og måler pulsfrekvensen – gerne med et pulsur – liggende i sengen om morgenen uden først at have foretaget sig nogen form for aktivitet.

I den daglige idræts træning er det imidlertid upraktisk at operere med den relative belastning. Hvilepulsfrekvensen kan ændre sig i et træningsforløb, og det er derfor langt fra sikkert, at alle udøvere har fået målt deres aktuelle hvilepulsfrekvens. Desuden er den relative belastning lidt besværlig at udregne for idrætsudøveren og træneren i den praktiske situation (eksempelvis når man skal træne aerob træning med et helt fodboldhold). I den praktiske idræts verden – og også i dette hæfte – angives belastningen (intensiteten), når pulsfrekvensen bruges til at angive belastningen, derfor som **procent af den maksimale puls-frekvens**. Denne angivelse er nemmere at håndtere. Man skal dog være opmærksom på, at der er en vis forskel i belastningen for utrænede og ældre personer, når den udregnes efter henholdsvis procent af maksimale pulsfrekvens eller relativ belastning, idet intensiteten altid bliver noget større, når den angives som procent af maksimal pulsfrekvens.

Et andet vigtigt aspekt ved pulsfrekvensmåling er den **psykologiske effekt**. Det kan være meget motiverende for både idrætsudøverne og trænerne at få feedback



Figur 11. Figuren viser den retlinede sammenhæng mellem iltoptagelse og pulsfrekvens ved både kontinuerligt og intervalarbejde på løbebånd. Variationen i målingerne er angivet.

på arbejdsintensiteten under træning. Denne tilbagemelding kan eksempelvis bruges til at sikre sig, at idrætsudøverne arbejder tilstrækkeligt hårdt under træningen, eller til at blive opmærksom på arbejdsintensiteten under tekniske og taktiske øvelser i boldspil. Regelmæssige pulsfrekvensmålinger kan også bevidstgøre idrætsudøverne, så de efterhånden lærer, hvor hårdt der skal arbejdes for at opnå de forskellige trænings-effekter.

Målinger af pulsfrekvensen kan foretages ved hjælp af et senderbælte og et modtagerur (tilsammen kaldet for et **pulsur**). Senderbæltet består af et elektrodebælte med to elektroder forbundet til et udvideligt elastikbælte, så man kan spænde hele bæltet rundt om brystkassen. Midten af elektrodebæltet skal være placeret lige over brystbenet, som vist på billedet. Modtageren er indbygget i et ur, som man oftest bærer om håndledet. Idrætsudøvere, der anvender et pulsur, kan på hvilket som helst tidspunkt under træning kontrollere deres pulsfrekvens ved at kaste et blik på modtagerurets display. Informationen fra pulsuret kan gemmes og overføres til en computer og analyseres. Pulsfrekvensen kan også måles **manuelt** uden brug af pulsur. Ved at trykke let med fingrene (dog ikke tommelfingeren) på håndledet, på halspulsåren eller på selve hjertet, kan man registrere pulsen. Dette er naturligvis ikke en helt så præcis bestemmelsesmetode som med pulsurene.

For at kunne bestemme en idrætsudøvers arbejdsintensitet under træning eller konkurrence, skal pulsfrekvensen udtrykkes i forhold til udøverens egen **maksimale pulsfrekvens**. At to idrætsudøvere under træning har samme pulsfrekvens, betyder ikke nødvendigvis, at arbejdsbelastningen hos dem er ens. Hvis de to idrætsudøvere har en maksimal pulsfrekvens på henholdsvis 180 og 200 slag pr. min, vil de ved samme arbejds puls på 160 slag pr. min, belastes forskelligt, idet den første udøver belastes med 90% af den maksimale puls-frekvens, mens belastningen for den anden person vil være mindre svarende til 80% af den maksimale pulsfrekvens. **Den maksimale pulsfrekvens** bør derfor **bestemmes ved en passende test**, hvor pulsfrekvensen skal måles korrekt ved hjælp af et pulsur. Testen foregår oftest med en stigende

arbejdsbelastning og med en varighed på 4-10 minutter. Testen afsluttes med arbejde med maksimal intensitet. En test af maksimal pulsfrekvens er derfor fysisk krævende og bør kun gennemføres, når idrætsudøverne er friske og velmotiverede. Under den sidste del af testen noteres puls-frekvensens højeste værdi, og denne registreres som den maksimale pulsfrekvens.

Anvendelse af pulsfrekvensen

Tabel 9 illustrerer principperne bag de forskellige aerobe træningsområder. Arbejdsintensiteten er udtrykt som **puls-frekvensen under arbejdet i forhold til den maksimale pulsfrekvens**, jævnfør den omtalte direkte sammenhæng mellem puls-frekvensen og arbejdsintensiteten. Jo højere arbejdsintensitet, desto højere puls-frekvens.



En løber med et pulsur måler sin puls-frekvens med et senderbælte spændt rundt om brystet og et modtagerur på håndledet.

Desuden er et acceptabelt **primærområde** angivet, idet pulsfrekvensen hele tiden kan ændres under træning, hvad enten den udføres kontinuerligt (eksempelvis en løber, der løber lige ud, opad og nedad bakke) eller ved intervalarbejde som i boldspil. I tabellen er angivet et eksempel med en maksimal pulsfrekvens på 200 slag pr. minut. Arbejdsintensiteten skal reguleres i forhold til idrætsudøverens egen maksimale pulsfrekvens. Pulsfrekvenserne er her angivet under hensyntagen til, at idrætsudøveren bevæger sig i form af løb. Læg mærke til, at den maksimale pulsfrekvens kan være forskellig i forskellige idrætsgrene for den samme person. Når træningspulsen skal udregnes, bør man derfor have målt den maksimale pulsfrekvens i den idrætsgren, som man skal træne. I **cykling** er det eksempelvis ofte noget vanskeligere at opnå de rette pulsværdier inden for de forskellige angivne træningskategorier, idet belastningen ofte skal være så stor, at det bliver styrkemæssigt for hårdt at træde i pedalerne. Pulsværdierne – inden for de forskellige angivne træningskategorier – kan derfor med fordel sættes ned, når den aerobe træning foregår på cykel.

	Pulsfrekvens (% af maksimal pulsfrekvens)		Pulsfrekvens* (antal slag/min)	
	Gennemsnit	Primærområde	Gennemsnit	Primærområde
Lav-intensitets-træning	65%	50-80%	130	100-160
Moderat-intensitets-træning	80%	70-90%	160	140-180
Høj-intensitets-træning	90%	80-100%	180	160-200

* Eksempel med maksimal pulsfrekvens på 200 slag/min. Arbejdsintensiteten skal reguleres i forhold til den enkelte idrætsudøverens maksimale pulsfrekvens.

Tabel 9. Principperne for aerob træning.

I den daglige træning er det upraktisk at regulere arbejdsintensiteten ud fra målinger af iltoptagelsen (se figur 11), idet denne både er besværlig at måle og samtidig kræver brug af avanceret udstyr. I stedet for kan pulsfrekvensen bruges, da denne til gengæld er nem at måle. Desuden eksisterer der en sammenhæng mellem procent af maksimal pulsfrekvens og procent af maksimal iltoptagelse, som er uafhængig af køn, alder og træningstilstand (se tabel 10). Pulsmålingerne kan derfor omsættes til iltoptagelsesværdier. Usikkerheden i bestemmelsen af procent af maksimal iltoptagelse ud fra procent af maksimal pulsfrekvens og omvendt er ca. $\pm 10\%$ i forhold til direkte måling af værdien.

Nøglepunkter ved måling af pulsfrekvensen

- Kan anvendes til at belyse idrætsudøverens arbejdsbelastning og er – i modsætning til iltoptagelsen – nem at måle under den daglige træning.
- Kan også have en psykologisk effekt, idet det kan være motiverende for idrætsudøveren at få feedback på arbejdsintensiteten under træning.

% af maksimal pulsfrekvens	% af maksimal iltoptagelse
50	28
60	40
70	58
80	70
90	83
100	100

Tabel 10. Forholdet mellem procent af maksimal pulsfrekvens og procent af maksimal iltoptagelse. Værdierne er gennemsnitsværdier beregnet ud fra målinger i flere videnskabelige undersøgelser. Usikkerheden i bestemmelsen af procent af maksimal iltoptagelse ud fra procent af maksimal pulsfrekvens og omvendt er ca. $\pm 10\%$ i forhold til direkte måling af værdien.

- Ved brug af pulsfrekvensen skal man bl.a. være opmærksom på:
 - 1) Der kan forekomme dag-til-dag variationer.
 - 2) Pulsfrekvensen kan stige relativt mere end iltoptagelsen ved konstant arbejde bl.a. på grund af dehydrering ("cardiac drift").
 - 3) Pulsfrekvensen kan ved starten af ethvert arbejde, eller når arbejdsintensiteten ændres undervejs, i disse perioder ikke bruges som udtryk for arbejdsbelastningen, på grund af dannelsen af et iltdeficit.
- For at kunne bestemme idrætsudøverens arbejdsintensitet, skal pulsfrekvensen altid udtrykkes i forhold til udøverens **egen** maksimale pulsfrekvens.
- Den maksimale pulsfrekvens kan være forskellig i forskellige idrætsgrene for den samme person. Når træningspulsen skal udregnes, bør man derfor have målt den maksimale pulsfrekvens i den idrætsgren, som man skal træne.

I idrætsgrene som løb, svømning og cykling, hvor det er forholdsvis nemt at styre intensiteten, kan man – ud over at bruge pulsfrekvensen – finde frem til den rette belastning ved hjælp af en bestemt tid set i forhold til tiden på pågældende distance, når der arbejdes maksimalt en enkelt gang. En løber, der kan løbe 1000 meter på 2 minutter 50 sekunder, arbejder på sine lange intervaller under aerob høj-intensitets-træning med en intensitet svarende til, at hver 1000 meter gennemføres på 3 minutter 15 sekunder eksempelvis 5 gange med 3 minutters pause imellem. Er det enten for hårdt eller for let at gennemføre et bestemt antal arbejdsperioder, skal intensiteten og dermed tiden justeres derefter. Med erfaringen bliver det efterhånden lettere at finde den rigtige arbejdsbelastning under både den aerobe og den anaerobe træning. Under et træningspas i ét træningsområde i boldspil vil der dog ofte i perioder arbejdes med en intensitet, der også hører til i et af de andre områder, idet intensiteten i boldspil er svær at styre helt præcist.

Metoder til vurdering af træningsintensitet

- Bruges primært ved aerob træning:
 $\% \text{ af maksimal iltoptagelse}$
 $\text{Relativ belastning: Arbejdspulsfrekvens} \div \text{hvilepulsfrekvens}$
 $\text{Maksimal pulsfrekvens} \div \text{hvilepulsfrekvens}$
 $\% \text{ af maksimal pulsfrekvens}$
- Bruges primært ved anaerob træning:
 $\% \text{ af maksimal intensitet}$
- En bestemt tid set i forhold til tiden på pågældende distance, når der arbejdes maksimalt en enkelt gang
- Arbejdseffekt – eksempelvis bruges i cykling watt-målinger og i roning rokadencen

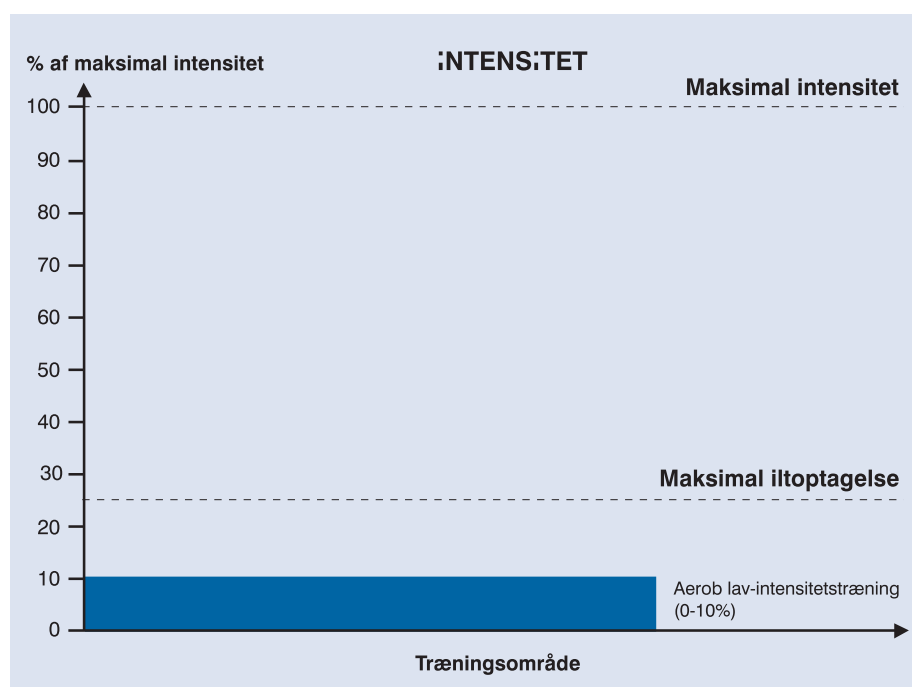
Lav-intensitetstræning

Formål med aerob lav-intensitetstræning

Hurtigere restitution og dermed genvinding af normalt fysisk niveau efter hård konkurrence eller træning.

Træningsprincipper for aerob lav-intensitetstræning

Da formålet med lav-intensitetstræning



Figur 12. Intensitet under aerob lav-intensitetstræning udtrykt i relation til maksimal arbejdsintensitet (100%).

er at opnå en hurtigere restitution, kaldes denne træningsform også for **restitutions-træning**. Under **lav-intensitetstræning** udfører idrætsudøverne **let fysisk aktivitet**, såsom jogging eller alternative boldspil, under hvilke den **gennemsnitlige puls-frekvens** skal ligge på **ca. 65% af den maksimale pulsfrekvens** (ca. 130 slag/min, se tabel 9). Træningsintensiteten er så tilpas lav, at træningen kan udføres som én lang sammenhængende periode, men kan naturligvis også udføres efter intervalprincippet. Arbejdsperioderne skal så være længere end 5 minutter med korte pauser ind imellem.

Denne type træning udføres dagen efter et hårdt træningspas eller dagen efter en konkurrence eller kamp for at hjælpe udøveren med at genvinde sit normale fysiske niveau. Når en muskel belastes meget kraftigt, kan der opstå små overrivninger i musklens bindevæv og i nogle af musklens fibre. På grund af overrivningerne vil der trænge væske ind i muskulaturen imellem muskelfibrene, hvorved muskulaturen bliver hård, og **ømheden opstår**. I kontaktdrætsgrene vil spark, slag og andre småknubs også give en vis ømhed. Ømheden opstår i dagene efter den pågældende aktivitet, især når musklerne har arbejdet meget ekcentrisk,

eksempelvis ved opbremsninger, ved løb ned ad bakke eller hurtige retningsskift. Ømheden er forbundet med beskadigelse af den enkelte muskelfiber. Det er samme type ømhed, som forekommer i dagene efter det første træningspas efter en længerevarende pause. Der er mulighed for, at **de involverede muskler restituerer sig bedre**, og at eventuel ømhed fortager sig hurtigere, hvis man udfører lette aktiviteter med de selv samme muskler i dagene efter hård træning eller konkurrence. Lav-intensitetstræning kan også i perioder med mange fysisk hårde træningspas – eller mange konkurrencer – anvendes til, at udøverne undgår at komme i "overtræning".

Ud over den fysiologiske effekt er der yderligere **et psykologisk aspekt** ved lav-intensitetstræning. I perioder med megen træning og mange konkurrencer kan der opstå et behov for at koble mentalt af fra selve idrætsgrenen. Lav-intensitetstræning og anderledes aktiviteter end i den almindelige træning virker ofte motiverende for udøverne. Dette kan være med til at stimulere dem til at fortsætte med den megen træning og de mange konkurrencer.

Nøglepunkter ved aerob lav-intensitetstræning (restitutions-træning)

- Udføres dagen efter en hård konkurrence eller træning
- Lav intensitet, gennemsnitlig 65% af maksimal pulsfrekvens
- Gennemføres normalt som én sammenhængende arbejdsperiode
- Kan indeholde anderledes aktiviteter, som bruges til mental afkobling
- Bør indeholde udspændingsøvelser

Eksempler på aerob lav-intensitetstræning

Lav-intensitetstræning kan udføres som **lettere aktiviteter** i samme idrætsdisciplin og med **samme bevægelsesmønster** som under konkurrence. Cykelrytteren kan eksempelvis køre en langsom tur, svømmeren kan svømme i stille og roligt tempo, og i idrætsdiscipliner, hvor løb indgår, kan udøverne jogge en tur med en intensitet svarende til inden for primærområdet af lav-intensitetstræning. I boldspil er forskellige alternative spil ofte velegnede som lav-intensitetsspil, hvor intensiteten i spillet kan styres ved at ændre på eksempelvis rekvisitter, antal spillere og bolde eller selve reglerne for spillet.

Spillet **håndbold/fodbold** er et eksempel på et lav-intensitetsspil, der kan anvendes i mange boldspil. Spillet foregår på en bane

af en størrelse svarende til omtrent en halv håndboldbane. Der spilles 5 mod 5 (op til 7 mod 7). Der spilles med én fodbold og én håndbold. Det ene hold har fodbolden og skal spille den ned på modstanderens baglinie. Modstanderne har håndbolden og skal forsøge at ramme fodbolden. Mistes fodbolden ud over sidelinien eller rammes den, skifter holdene bolde. Det vil sige, at holdet med fodbolden nu skal op i modsatte ende og placere bolden på baglinjen. Spillerne med håndbolden må aflevere til hinanden, men kun tage tre skridt og ikke dribble. Der skiftes bold ved scoring. Hvis det er for svært for holdet med håndbolden, kan man tillade flere skridt, eller der kan spilles med to håndbolde. Yderligere kan man også begrænse længden af afleveringerne med fodbolden, eksempelvis ved at fodbolden skal dribles over midten af banen, før den må spilles ned på modstandernes baglinie.

Moderat-intensitetstræning

Formål med aerob moderat-intensitetstræning

- 1) Forbedring (eller vedligeholdelse) af musklernes evne til at udføre arbejde igennem længere tid. Det vil sige af den aerobe kapacitet (udholdenheden).
- 2) Forbedring (eller vedligeholdelse) af kroppens evne til at restituere sig efter hårdt arbejde.

Træningsprincipper for aerob moderat-intensitetstræning

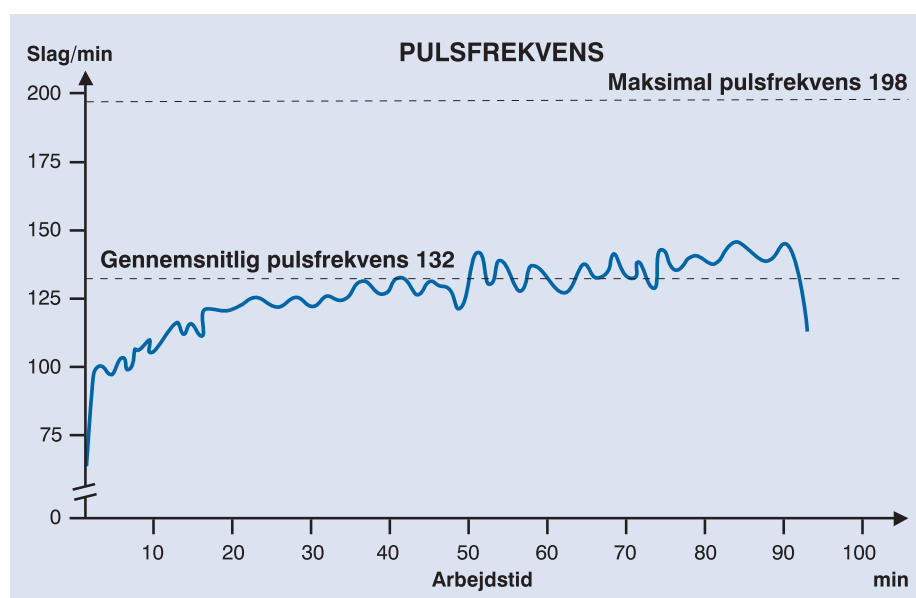
Under **aerob moderat-intensitetstræning** (udholdenhedstræning) skal idrætsudøverne arbejde med en intensitet svarende til en **gennemsnitlig pulsfrekvens på ca. 80% af den maksimale pulsfrekvens** (ca. 160 slag/min, se tabel 9). Træningen kan udføres kontinuerligt eller intermittert (intervalarbejde). I sidstnævnte tilfælde skal arbejdsperioderne være længere end 3 minutter med en kort pause ind imellem. Da intensiteten er forholdsvis lav, er det mest almindeligt at udføre træningen kontinuerligt. Der vil forekomme naturlige udsving i arbejdsintensiteten under træningspas med aerob moderat-intensitetstræning specielt i boldspil. Men man kan også for motivationens skyld i perioder bevidst ændre på intensiteten skiftevis (inden for variationssområdet) eksempelvis under løb svarende til henholdsvis 70, 80 og 90% af den maksimale pulsfrekvens

Nøglepunkter ved aerob moderat-intensitetstræning (udholdenhedstræning)

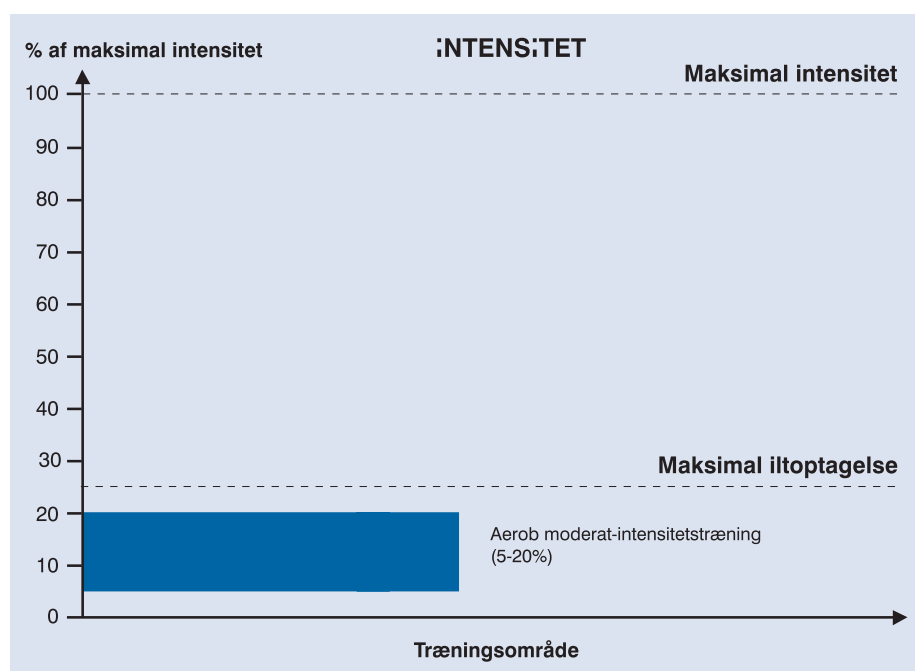
- Moderat intensitet, gennemsnitlig 80% af maksimal pulsfrekvens
- Gennemføres normalt som kontinuerligt arbejde
- Træningspassene kan være meget lange
- Kan også udføres hyppigere med kort varighed og højere intensitet inden for primærområdet
- Bør efterfølges af udspændingsøvelser

Eksempler på aerob moderat-intensitetstræning

Træningen bør udføres med **samme aktiviteter** og med **samme bevægelsesmønster** som i den pågældende idrætsdisciplin. Cykelrytteren cykler, svømmeren svømmer i den relevante svømmeart, roeren ror etc. Ofte vil idrætsudøverne dog i discipliner som eksempelvis badminton, hvor løb indgår, træne aerob moderat-intensitetstræning ved formelt løb, hvor der så skal arbejdes med en intensitet svarende til inden for primærområdet af aerob moderat-intensitetstræning. Da intensiteten ikke er så høj, **kan træningspassene være**



Figur 13. Pulsfrekvensen under aerob lav-intensitetstræning i landevejscykling af 1½ times varighed for en rytter med en maksimal puls-frekvens på 198 slag/min (gennemsnitlig puls-frekvens på 67% af maksimal puls-frekvens).



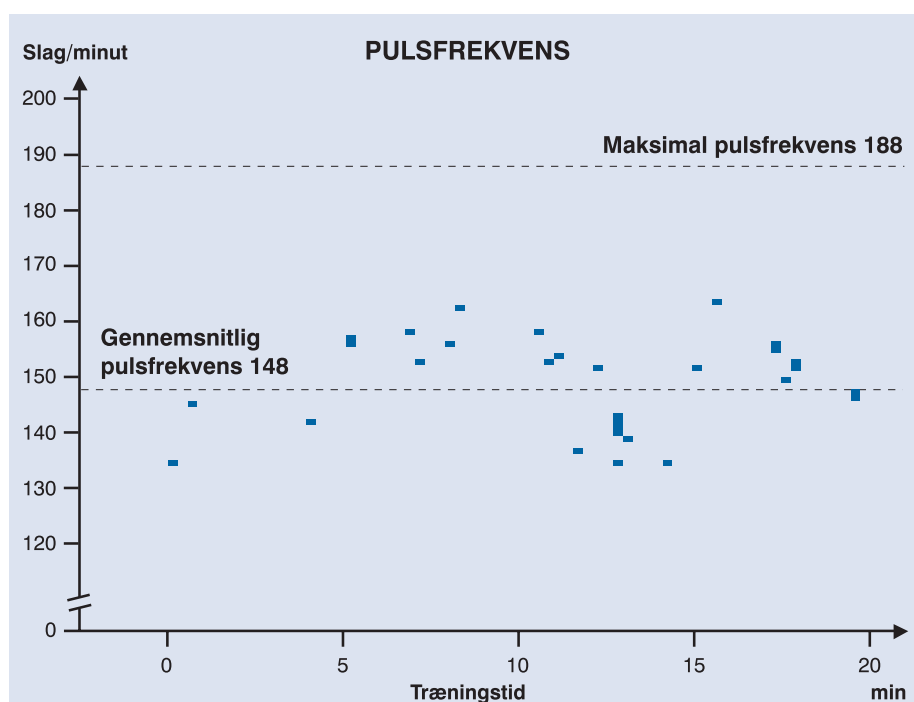
Figur 14. Intensitet under aerob moderat-intensitetstræning udtrykt i relation til maksimal arbejdsintensitet (100%).

lange. Eliteidrætsudøvere i udholdenhedsgrene gennemfører ofte træningspas med moderat-intensitetstræning af flere timers varighed. En anden måde at udføre træningen på er at gennemføre mange, korte træningspas med en intensitet i den øverste del af primærområdet. En trænet mellem- og langdistanceløber kan eksempelvis gennemføre to daglige korte træningspas på 8 km med rimelig høj hastighed i stedet for ét langsommere på 25 km. Cykelrytteren kan eksempelvis cykle en kort, hurtig tur eller en længere og langsommere tur inden for primærområdet af moderat-intensitetstræning. Træningen kan varieres ved undervejs at skifte tempo eller ved at udføre den som intervaltræning med lange arbejdsperioder (mindst 3 minutter) og korte pauser (ikke over 1 minut).

I boldspil er det relevant at træne udholdenhedstræning med bold (se side 25). Et spil, der kan bruges til aerob moderat-intensitets-træning i eksempelvis **håndbold**, er **“hente kegler”** (se figur 16). To hold på en hel bane med 5 eller flere kegler stillet midt på hver sin banehalvdel samt en bold. Der spilles 5:5 (3 mod 3 op til 8 mod 8). Hvert hold forsvare en række kegler (mindst 5). Keglerne skal stå på linie med eksempelvis 2 meters afstand på egen banehalvdel.

Spillet foregår ved almindeligt håndboldspil, men driblinger er ikke tilladt. Forsvarene skal dække op i mindst 1 meters afstand fra keglerne. Hvis en spiller vælter én af modstandernes kegler med bolden, skal spilleren hente en kegle fra egen række og placere den på linie med modstandernes

kegler. Spillet afbrydes ikke ved scoring, det vil sige, at de øvrige spillere kan forsøge at erobre bolden og spille videre. Det hold, der ikke har flere kegler tilbage eller har færrest kegler efter en given tid, har vundet spillet. Spillet kan varieres i intensitet ved, at man indfører forskellige regelændringer.



Figur 15. Pulsfrekvensen under aerob moderat-intensitetstræning i fodbold (spil 5 mod 5 på halv bane) for en spiller med en maksimal pulsfrekvens på 188 slag/minut (gennemsnitlig pulsfrekvens på 79% af maksimal pulsfrekvens).

Ved for lav aktivitet kan det forlanges, at alle skal være over midterlinien, før en scoring kan anerkendes. Afstanden mellem keglene kan gøres mindre eller eventuelt større ved, at keglene blot skal placeres på modstandernes banehalvdel. Der kan også spilles med to bolde.

Høj-intensitetstræning

Formål med aerob høj-intensitetstræning

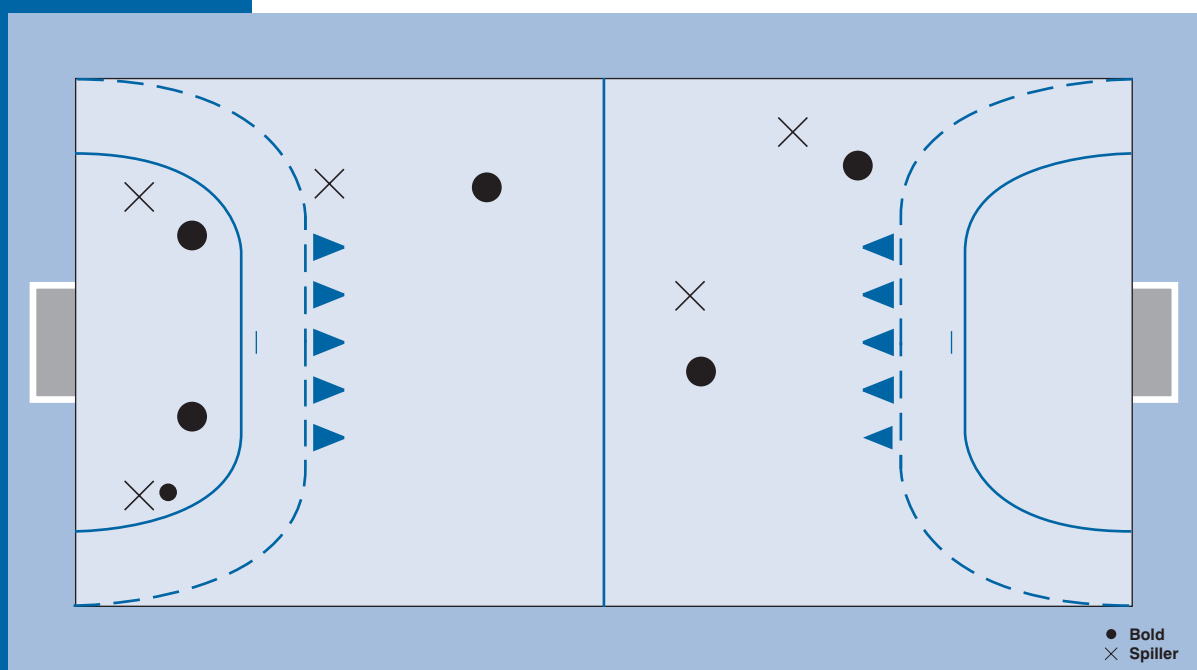
- 1) Forbedring (eller vedligeholdelse) af kroppens evne til arbejde med høj intensitet i lang tid. Det vil sige af den maksimale aerobe effekt (konditionen).
- 2) Forbedring af kroppens evne til at restituere sig efter intenst arbejde.

Træningsprincipper for aerob høj-intensitetstræning

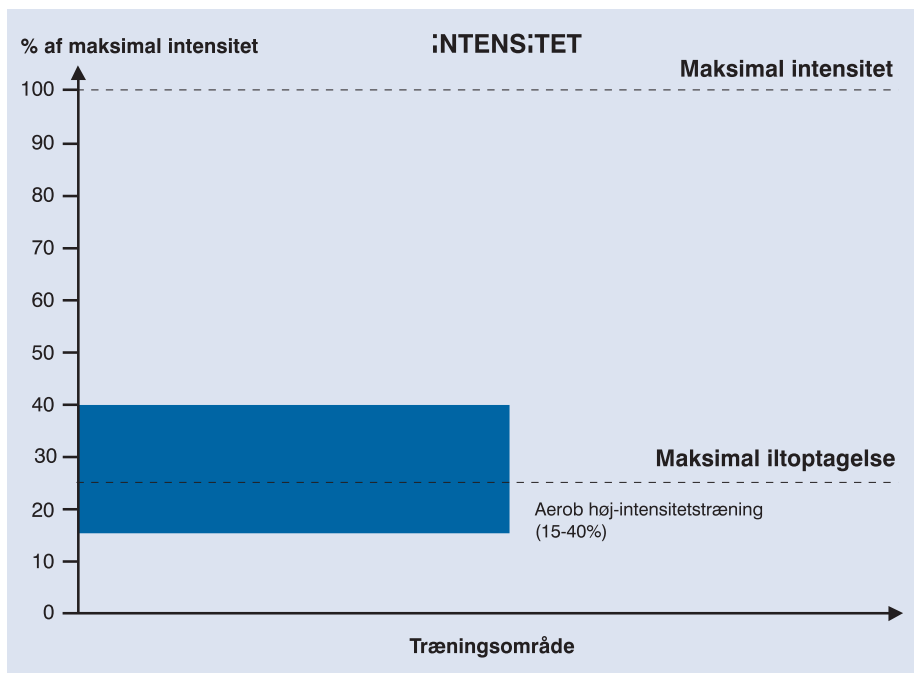
Under **aerob høj-intensitetstræning** (konditionstræning) skal idrætsudøverne arbejde med en intensitet svarende til en **gennemsnitlig pulsfrekvens på ca. 90% af den maksimale pulsfrekvens** (ca. 180 slag/min, se tabel 9). Undersøgelser har vist, at aerob høj-intensitetstræning er den mest optimale træningform med hensyn til forbedring af den maksimale iltoptagelse,

idet man ved denne træningsform kan opnå den største samlede mængde af intensivt arbejde. **Høj intensitet** i træningen (op til en intensitet svarende til 100% af den maksimale iltoptagelse) er nemlig den **vigtigste faktor** til øgning af konditionen, men det er ikke nødvendigt at arbejde til udmattelse for at forbedre denne. Utrænede og moderat trænede kan også opnå forbedringer af konditionen ved at nedsætte intensiteten og øge varigheden (udholdenhedstræning), men prisen, der betales, er et stort forøget tidsforbrug. Hos meget veltrænede tyder det på, at en forbedring af konditionen kun kan ske, hvis der arbejdes med høj intensitet og dermed i kortere tid. Hos veltrænede løbere har studier vist, at den største effekt på konditionen fås ved træning med en intensitet på mellem 90 og 100% af $\dot{V}O_2$ -max., fire gange om ugen med en varighed på 35-45 minutter pr. træningspas.

Aerob høj-intensitetstræning kan udføres **kontinuerligt eller intermittent** (intervalarbejde). De fleste udøvere foretrækker sidstnævnte arbejdsform, idet det ved intervaltræning er lettere at opnå en stor total mængde intenst arbejde. Følgende principper gælder for de to former for høj-intensitetstræning:



Figur 16. Opdeling af bane til aerob moderat-intensitetstræning i håndbold ("hente kegler"). I viste tilfælde spilles 5 mod 5, og keglene er placeret på én linie på hver sin banehalvdel.



Figur 17. Intensitet under aerob høj-intensitetstræning udtrykt i relation til maksimal arbejdsintensitet (100%).

Kontinuerligt arbejde (distancetræning)

Træningspassene bør have en **varighed** på **under 30 minutter**, fordi intensiteten skal være høj. Meget veltrænede idrætsudøvere kan dog – i den lave del af primærområdet – have træningspas af længere varighed. Praktiske erfaringer viser, at det bør tilstræbes, at den totale træningstid er minimum 10 minutter for at opnå en mærkbar effekt på hjertets pumpekapacitet. Der er, som tidligere nævnt, et vist overlap til den anaerobe tolerancetræning (se figur 7), men det er vigtigt at være opmærksom på, at intensiteten ikke bliver så høj, at der hovedsagelig bliver tale om tolerancetræning. Det vil nemlig medføre, at den totale træningsmængde begrænses, og at en del af den ønskede aerobe træningseffekt vil gå tabt. Desuden skal man være opmærksom på, at pulsfrekvensen godt kan øges ca. 8-12 slag/min over en 30 minutters periode, selvom man holder det samme tempo, især hvis der arbejdes i varme omgivelser. Det vil sige, at pulsfrekvensen øges på trods af, at iltoptagelsen er uændret (se side 28). Det skyldes bl.a. væsketab, som medfører en reduceret blodmængde og en mindre slagvolumen. For at vedligeholde minutvolumen må pulsfrekvensen derfor øges. Den høje arbejdsintensitet kræver stor motiva-

tion og kan eventuelt **kombineres** med perioder **med reduceret tempo**.

Ved aerob høj-intensitetstræning i boldspil vil der forekomme **naturlige variationer i arbejdsintensiteten**, idet en spiller – tæt ved bolden – oftest arbejder med ekstra

høj intensitet, mens intensiteten som regel er en del lavere, hvis bolden eksempelvis er ude af spil. Selvom spillet foregår kontinuerligt, udfører den enkelte spiller i princippet et naturligt intervalarbejde. De naturlige pauser kan tælle som pauser mellem arbejdsperioder. De kortvarige nedgange i intensiteten vil kun have begrænset indflydelse på pulsfrekvensen. Det er derfor muligt ved aerob høj-intensitetstræning i boldspil, at spillerne i størstedelen af tiden arbejder med en pulsfrekvens på 90% af den maksimale pulsfrekvens eller derover.

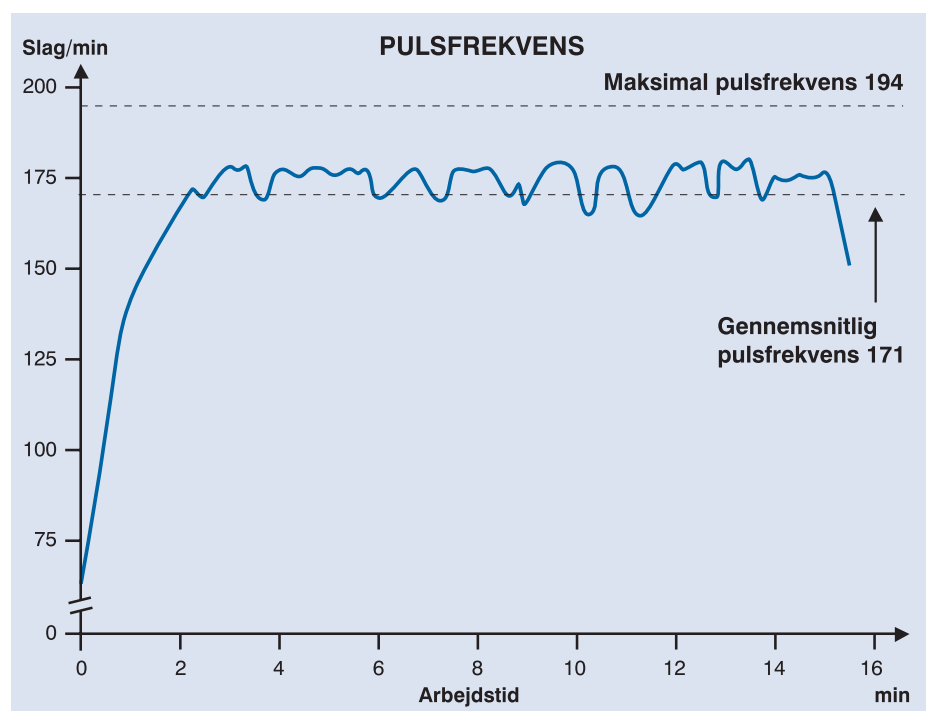
Intervalarbejde

Normalt opdeles intervaltræning inden for aerob høj-intensitetstræning i to hovedkategorier:

1) Lange intervaller

Arbejdsperiodens varighed: 2-10 minutter.
Varighed af pausen/let arbejde: 1-6 minutter.
Eksempler på kombinationer arbejde/pause: 3/1 minutter (intensiteten i den lave del af primærområdet), 3/3 minutter (intensiteten i den høje del af primærområdet), 6/4 minutter.

Arbejdsperioder af 2 minutters varighed er tilstrækkelig til, at kredsløbet og respi-



Figur 18. Pulsfrekvensen under aerob høj-intensitetstræning i svømning (distancetræning af 15 minutters varighed) for en svømmer med en maksimal pulsfrekvens på 194 slag/minut (gennemsnitlig pulsfrekvens på 88% af maksimal pulsfrekvens).

Forhold mellem arbejdstid/pausedid ved aerob høj-intensitets træning (lange intervaller)	Pulsfrekvens (% af maksimal pulsfrekvens)	
	80-90%	90-100%
	2 min/40 sek	2 min/1 min
	3 min/1 min	3 min/3 min
	6 min/2 min	6 min/4 min

Tabel 11. Eksempler på forholdet mellem arbejdstid og pausetid ved aerob høj-intensitets træning med lange intervaller. I den lave del af primærområdet for aerob høj-intensitets træning er forholdet større (ca. 3:1), mens pausen ved en given arbejdstid er længere ved træning i den høje del af primærområdet (ca. 2:1). Forholdet er afhængigt af idrætsudøverens træningstilstand. I boldspil, hvor træningen udføres med bold, vil forholdet mellem varigheden af arbejde og pause ofte kunne nedsættes i forhold til værdierne i tabellen, idet spillerne, på grund af naturlige variationer i spillet, ikke konstant arbejder med tilstrækkelig høj intensitet.

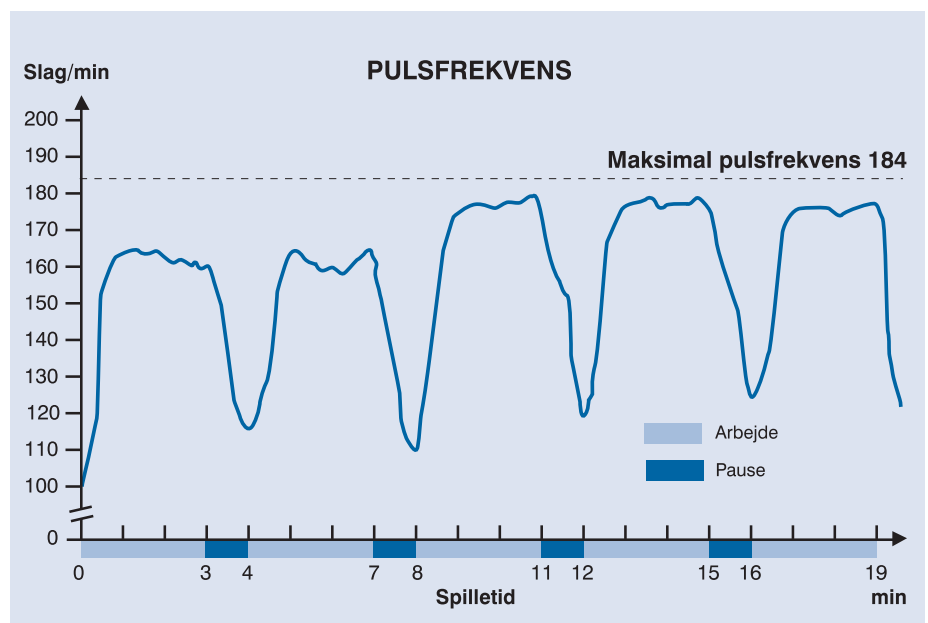
rationen og dermed iltoptagelsen kan nå at komme op på et stationært niveau tæt på det maksimale niveau. Dermed er der en stor træningseffekt på konditionen. Pausens længde har mindre betydning for træningseffekten, men den skal være så tilpas lang, at idrætsudøveren er i stand til at opretholde intensiteten i arbejdsperioderne. **Pausen** kan gøres **forholdsvis kort**, hvis **idrætsudøveren** er meget **veltrænet** (hurtigere restitution). I princippet gælder det om at træne med høj iltoptagelse (og høj pulsfrekvens) i så lang tid som muligt. Med forholdsvis korte pauser vil iltoptagelsen ikke kunne nå at falde så meget i pausen og vil derfor, når arbejdsperioden påbegyndes, hurtigere nå op på et højt niveau. Den gennemsnitlige iltoptagelse under træningspasset vil derfor blive højere. Alle de planlagte arbejdsperioder skal dog kunne gennemføres med samme intensitet som første arbejdsperiode. Det vil sige svarende til en gennemsnitlig pulsfrekvens på ca. 90 % af den maksimale og uden, at der bliver tale om anaerob træning.

Undersøgelser har vist, at 3 minutters arbejde med 3 minutters pause er en effektiv træningform til aerob høj-intensitets træning i den høje del af primærområdet (se

figur 7) og giver en maksimal belastning på kredsløbet. Arbejdsintensiteten vil sandsynligvis falde en smule inden for primærområdet, hvis arbejdsperioden forlænges. Hvis det er muligt at bevare en given intensitet, når arbejdsperioden forlænges, skal pausen i hvert tilfælde også gøres længere. Hvis der arbejdes med en given arbejdstid bør pausen gøres kortere, når der arbejdes i

den lave del af primærområdet, og den bør gøres længere, når der arbejdes i den høje del af primærområdet (se tabel 11).

Antallet af arbejdsperioder afhænger af udøverens træningstilstand og kravene til den pågældende idrætsgren. **Aerob høj-intensitets træning** med lange **intervaller** i den høje del af primærområdet kunne for veltrænede løbere eksempelvis være 8 x 1000 meter (3 minutters arbejde) med 2 minutters pause eller 4 x 2 km (6 minutters arbejde) med 3 minutters pause. På grund af de naturlige variationer af intensiteten i boldspil, hvor spillerne – især hvis der er mange spillere, der samtidig er involveret i øvelserne – ofte ikke hele tiden arbejder med tilstrækkelig høj intensitet, kan arbejdsperioderne under aerob høj-intensitets træning i boldspil blive væsentlig længere end pauserne, eksempelvis 3 minutters arbejde – 1 minuts pause ved træning i den høje del af primærområdet (se figur 19). Undertiden kan boldspil dog godt være af en sådan karakter, at intensiteten konstant er meget høj, således at pausetiderne ikke skal ændres i forhold til værdierne, der er angivet i tabel 11 og i tabel 12.



Figur 19. Pulsfrekvensen under et aerob højt-intensitets spil (lange intervaller) i basketball med faste tidsintervaller med en intensitet i den lave del af primærområdet (gentagne 3 minutters perioder med spil adskilt af perioder med 1 minuts pause).

2) Korte intervaller

Arbejdsperiodernes varighed:

10-120 sekunder.

Varighed af pause/let arbejde:

5-60 sekunder.

Eksempler på kombinationer arbejde/pause:

20/10 sekunder, 45/20 sekunder, 70/30

sekunder, 90/45 sekunder.

Ved **kort intervaltræning** er arbejdsperiodernes varighed i sig selv for korte til, at iltoptagelsen (og pulsfrekvensen) kan nå op på maksimalt niveau. **Pausens længde** bliver dermed **afgørende for træningseffekten**. Ved kort pause i forhold til arbejdsperioden vil iltoptagelsen i pausen kun nå at falde i begrænset grad. Ved starten af næste arbejdsinterval vil iltoptagelsen derfor være høj, og den kan godt nå op på den optimale iltoptagelse i løbet af de efterfølgende arbejdsperioder. Hvis pausen er for lang i forhold til arbejdsperioden, vil iltoptagelsen under pausen nå at falde så meget, at den optimale iltoptagelse ikke kan opnås i løbet af de efterfølgende arbejdsperioder. Den gennemsnitlige iltoptagelse under træningspasset bliver dermed for lav. Intensiteten under arbejdsperioden skal ligge inden for primærområdet af aerob høj-intensitetstræning, men pausen må ikke gøres så kort, at der bliver tale om anaerob tolerancetræning.

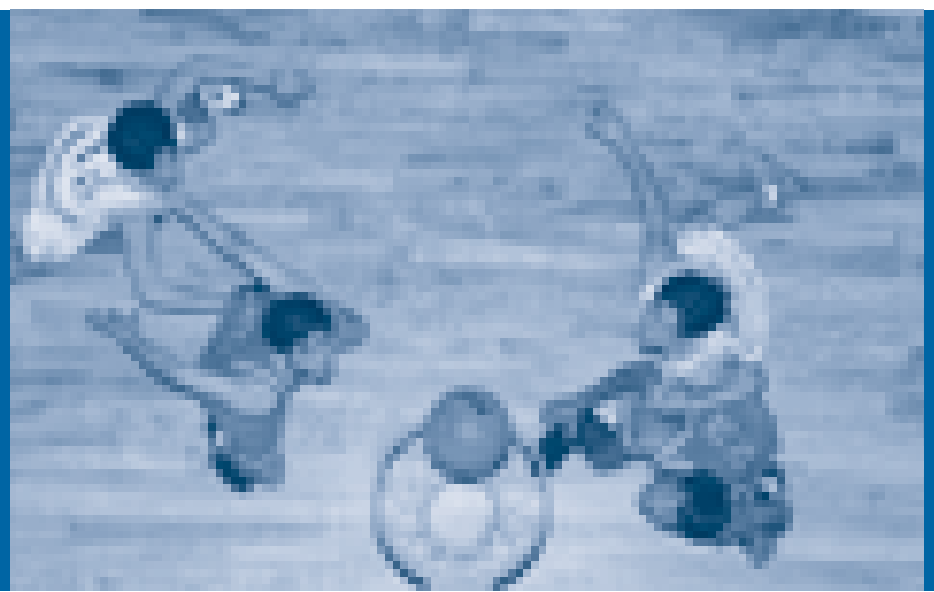
I praksis er det dog meget svært at træne intervaltræning med en så kort varighed

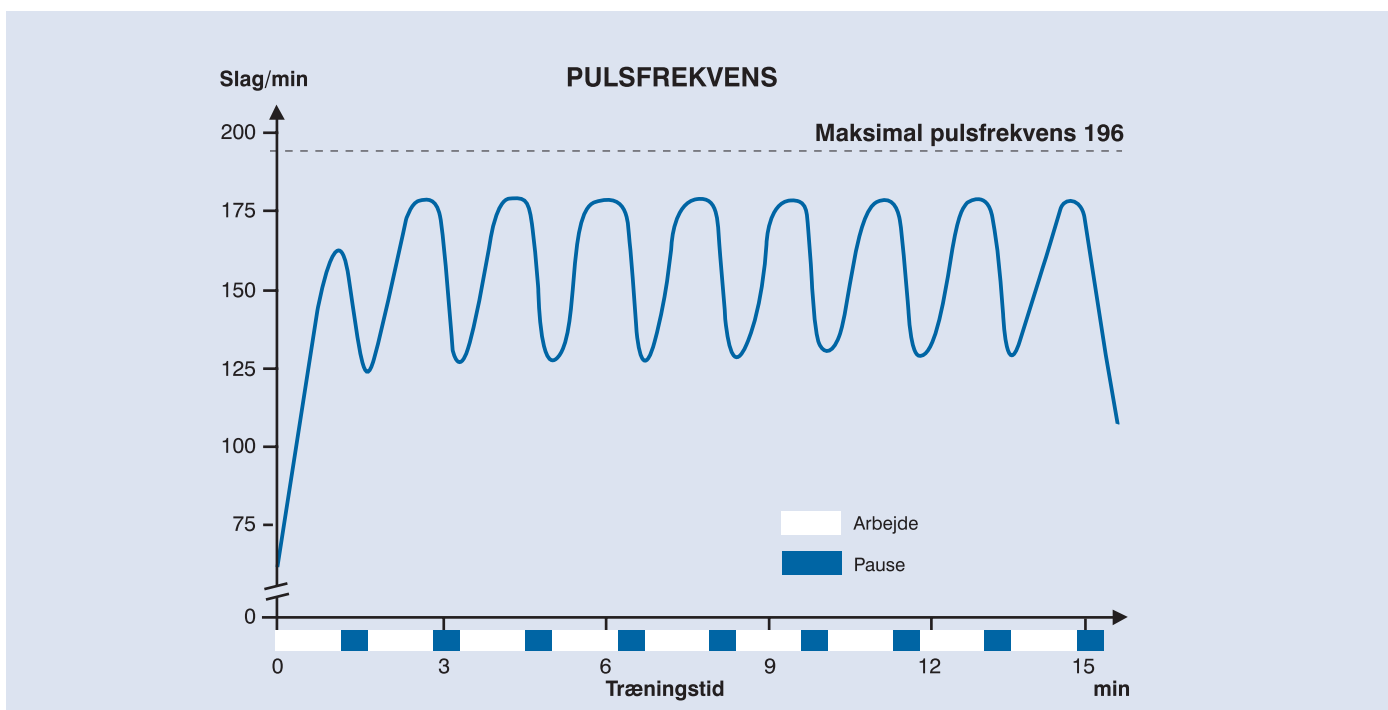
som eksempelvis 10 sekunder og med så kort pause som 5 sekunder, idet der skal accelereres og bremses op hele tiden. Dette kræver en vis anaerob energifrigørelse, og arbejdet kan ikke gennemføres i længere tid. Hvis man ønsker at benytte korte intervaller i forbindelse med aerob høj-intensitetstræning i boldspil, skal arbejdsperiodens længde minimum være 30 sekunder, og pausen bør aldrig blive kortere end 15 sekunder. Pausen bør desuden altid være kortere end arbejdsperioden.

Som ved aerob høj-intensitetstræning med lange intervaller (se side 35) vil arbejdsintensiteten under høj-intensitetstræning med korte intervaller naturligvis variere inden for primærområdet (se figur 7) i takt med arbejdsperiodens længde. Desuden bør pausen ved en given arbejdstid gøres kortere, hvis der arbejdes i den lave del af primærområdet, og den bør gøres længere, hvis der arbejdes i den høje del af primærområdet (se tabel 12).

Forhold mellem arbejdstid/pausetid ved aerob høj-intensitetstræning (korte intervaller)	Pulsfrekvens (% af maksimal pulsfrekvens)	
	80-90%	90-100%
	20 sek/10 sek	20 sek/15 sek
	45 sek/15 sek	45 sek/25 sek
	90 sek/30 sek	90 sek/45 sek
	120 sek/40 sek	120 sek/60 sek

Tabel 12. Eksempler på forholdet mellem arbejdstid og pausetid ved aerob høj-intensitetstræning med korte intervaller. I den lave del af primærområdet for aerob høj-intensitetstræning er forholdet større (ca. 3:1), mens pausen ved en given arbejdstid er længere ved træning i den høje del af primærområdet (ca. 2:1). Forholdet er afhængigt af idrætsudøverens træningstilstand. I boldspil, hvor træningen udføres med bold, vil forholdet mellem varigheden af arbejde og pause ofte kunne nedsættes i forhold til værdierne i tabellen, idet spillerne, på grund af naturlige variationer i spillet, ikke konstant arbejder med tilstrækkelig høj intensitet.





Figur 20. Pulsfrekvensen under aerob høj-intensitetstræning (korte intervaller) i løb (20 x 400 meter med 30 sekunders pause).

Antallet af arbejdsperioder afhænger af udøvernes træningstilstand og kravene til den pågældende idrætsgren. **Aerob høj-intensitetstræning med korte intervaller** kunne for **veltrænede løbere** eksempelvis være 20 x 400 meter (70 sekunder) med 30 sekunders pause (se figur 20). På grund af de naturlige variationer af intensiteten i boldspil, arbejder spillerne ofte ikke hele tiden med tilstrækkelig høj intensitet. Derfor kan arbejdsperioderne under aerob høj-intensitetstræning i **boldspil**, som omtalt på side 35, blive væsentlig længere end pauserne, eksempelvis 90 sekunders arbejde – 30 sekunders pause ved træning i den høje del af primærområdet.

Erfaringsmæssigt viser det sig, at urutinerede udøvere ved aerob høj-intensitets-træning – både med korte og lange intervaller – ofte holder en for høj intensitet i starten af intervaltræningen. Det resulterer i, at de enten ikke kan gennemføre det ønskede antal arbejdsperioder, eller at intensiteten i de sidste arbejdsperioder falder for meget. Dermed opnår man ikke den ønskede træningseffekt, idet den samlede mængde af høj-intensitetsarbejde bliver for lille. Derfor bør den **urutinerede udøver starte med relativ lav hastighed og grad-**

vist øge tempoet i de efterfølgende arbejdsperioder. Med erfaringen vil man efterhånden finde frem til den rette kombination af arbejdsbelastning og pause. For nogle idrætsudøvere kan det mentalt være svært at komme i gang med intervaltræning. I disse tilfælde kan man gradvist vænne sig til denne træningsform ved at gennemføre aerob moderat-intensitetstræning med indlagte temposkift, hvor tidspunkt, intensitet og varighed kan varieres efter eget ønske.

Intervalprincipper i boldspil

Aerob høj-intensitetstræning i boldspil kan udføres efter forskellige intervalprincipper, der til en vis grad overlapper hinanden.

1) Faste tidsintervaller

Her fastsættes tiden for arbejds- og hvileperioderne på forhånd, hvilket nok er det mest benyttede princip. Er arbejdsperioderne længere end 1 minut, bør pauserne være kortere end arbejdsperioderne. I modsat fald bliver den samlede arbejdsintensitet for lav.

2) Regelændringer

Ved regler forandres intensiteten i spillet. På fastlagte tidspunkter veksles ved hjælp af regelændringer i spillet mellem høj inten-

sitet og moderat intensitet. En regelændring kan eksempelvis være, at alle spillere på holdet skal være over midten, før scoringen tæller.

3) Naturlige variationer

Spillene er konstrueret på en sådan måde, at spillerne på naturlig måde markant ændrer intensitet.

Nøglepunkter ved aerob høj-intensitetstræning (konditionstræning)

- Høj intensitet, gennemsnitlig 90% af maksimal pulsfrekvens
- Der skal ikke arbejdes til udmattelse
- Kan med fordel udføres som intervaltræning
- Intervaltræningen kan gennemføres med enten lange- eller korte intervalperioder
- Bør efterfølges af restitutionsaktiviteter

Eksempler på aerob høj-intensitetstræning

Aerob høj-intensitetstræning kan eksempelvis udføres med lange intervaller. Ved **løbetræning** vil arbejdsperioder á omtrent tre minutters varighed – med tilsvarende pause og med en intensitet inden for den

høje del af primærområdet – være en god træningsform og nem at organisere, selvom der er tale om en større gruppe af udøvere. Da ikke alle personer løber lige stærkt, kan udøverne inddeles i grupper, så alle kan få et optimalt udbytte af træningen. En måde at organisere træningen på er at sende **de langsomste af sted først og de hurtigste til sidst** med et sådant mellemrum, at alle på samme tidspunkt slutter stort set samme sted. Alle udøvere får dermed ikke løbet i præcis lige lang tid, men det er motiverende for de svageste ikke altid at blive løbet bagud, og de hurtigste har til gengæld hele tiden noget at løbe efter. Næste arbejdsperiode kan så foregå ad en ny rute, hvilket dog kræver, at udøverne, hvis de ikke bruger pulsur, er rimeligt gode til at finde den rette træningsintensitet, idet de ikke har nogen kendt distance at løbe efter.

En anden måde er at lave en **“ud og hjem-rute”**, hvor alle starter samtidig. Efter tre minutters løb stoppes der, og udøverne bliver stående, der hvor de er kommet til (de jogger rundt i pausen). I den næste arbejdsperiode løbes der så tilbage. Nu er de langsomste forrest, og alle skal slutte samtidig på nogenlunde samme sted og dermed have løbet med en passende hastighed. Intervaltræningen kan også udføres i form af **pyramideløb**, hvor man øger varigheden af arbejdsperioderne for derefter at mindske dem igen. Ved at ændre varigheden af arbejdsperioden ændrer man på intensiteten således, at den absolutte intensitet falder, når enten tiden eller distancen sættes op. Ændringerne i arbejdsperioderne skal dog være af en sådan størrelse, at intensiteten altid kan holdes inden for primærområdet af høj-intensitetstræning. Pausen bør varieres på samme måde som arbejdsperioderne. Et eksempel på pyramideløb kan være 1000 meter (3 minutters pause), 1300 meter (4 minutters pause), 1700 meter (5 minutters pause), 1300 meter (4 minutters pause) og 1000 meter.

Fartleg er en anden motiverende træningsform, specielt når den udføres i skov. Der skiftes hele tiden tempo ind og ud mellem træerne. Man leger med farten, så den samlede arbejdsbelastning ligger inden for primærområdet af aerob høj-intensitetstræning. Udøverne opdeles i små grupper. Man skiftes til at have føringen i korte perioder eksempelvis 2 minutter. Udøverne skal følge bevægelserne og tempoet hos den forreste. Efter endt periode lægger den forreste sig nu bagest, og en ny person overtager føringen. Eventuelle svagere udøvere kan hjælpes ved, at de forreste laver en ekstra sløjfe og kommer tilbage og “samler” personerne op. Dermed kan alle få et godt udbytte af træningen og samtidig træne sammen, selvom der er forskel i udøvrernes kapacitet. I det hele taget er skoven et glimrende sted til at udføre en spændende og varieret træning.

Et andet eksempel på dette er **bakketræning**. Specificiteten er dog så stor ved løb i bakker, at den i større omfang kun bør udføres af udøvere, der også konkurrerer i bakker. Alternativt kan den – ligesom løb i sand – anvendes som styrketræning for benene til eventuel forbedring af løbeøkonomien. Desuden har undersøgelser vist, at koordineringsmønstret ved hurtigt løb op ad bakker ligner bevægelsesmønstret ved markant temposkift i løb. Dermed kan bakketræning være relevant specielt for mellemdistanceløbere, hvis præstationsevne ofte er afhængig af en god evne til hurtigt at skifte tempo.

Aerobe trænings-effekter

Fysiologiske tilpasninger

De fysiologiske tilpasninger af aerob træning kan opdeles i 2 hovedkomponenter:

- 1) Effekten på åndedræt og kredsløb (respiration, hjerte og blod) – centralt.
- 2) Effekten på muskulaturen – perifert.



CENTRALE EFFEKTER AF AEROB TRÆNING

Respiration

Lungerumfang →

Respirationsmusklernes udholdenhed og styrke ↑

Ventilatorisk nyttevirkning →, evt. ↑

Ventilation ved submaksimalt arbejde →, evt. ↓

Ventilation ved maksimalt arbejde ↑

Ittransport fra lunger til blod ved submaksimalt arbejde →

Ittransport fra lunger til blod ved maksimalt arbejde ↑

Kredsløb**Hjerte**

Ydre hjertevolumen og vægt ↑

(hjertekammer størrelse ↑ og tykkelse af hjertemuskulatur ↑)

Hjertets kapillærtæthed ↑

Hjertets slagkraft (kontraktilitet) ↑

Slagvolumen:

Hvile ↑

Givent submaksimalt arbejde ↑

Maksimalt arbejde ↑

Pulsfrekvens:

Hvile ↓

Givent submaksimalt arbejde ↓

Maksimalt arbejde →, evt. ↓

Minutvolumen:

Hvile →

Givent submaksimalt arbejde →, evt. ↓

Maksimalt arbejde ↑

Blod

Blodvolumen ↑ (antal røde blodlegemer ↑ og plasmavolumen ↑, evt. ↑ ↑)

Hæmatocrit og hæmoglobinkoncentration →, evt. ↓

Total mængde hæmoglobin ↑

Blodtryk

Blodtryk ↓, evt. → (systolisk ↓, evt. →, diastolisk ↓, evt. →)

Ittoptagelsen

Hvile →

Givent submaksimalt arbejde →, evt. ↓

Maksimalt arbejde ↑

Centrale effekter

En opsummering af de centrale effekter af aerob træning er angivet i tabel 13.

Perifere effekter

En opsummering af de vigtigste perifere effekter af aerob træning fremgår af tabel 14.

Yderligere effekter

En person, der gennemfører en periode med **aerob træning** (og anaerob træning), vil tabe sig, medmindre det forøgede energiforbrug modsvares af en tilsvarende forøgelse af energiindtagelsen. **Afgørende for tab af legemsfedt** er det **samlede energiforbrug** og ikke måden, der arbejdes på. Jo højere arbejdsintensitet, desto større bliver energiforbruget. Alt andet lige vil der forekomme det største energiforbrug, hvis der arbejdes med høj intensitet i så lang tid som muligt. Det anføres dog ofte, at hvis en person ønsker at tabe sig ved at reducere sine fedtdepoter, skal den fysiske udfoldelse foregå ved lave intensiteter (som jo kan gennemføres i lang tid), idet kroppen så overvejende forbrænder fedt (se figur 4). Imidlertid påvirker arbejdsintensiteten **forbrændingsmønsteret i den efterfølgende restitutionsperiode**.

Undersøgelser har vist, at ved intenst, langvarigt arbejde til udmattelse (60-90 minutters varighed) tømmes musklernes glykogendepoter næsten helt. Det relative forbrug af fedt ved et sådant arbejde er væsentligt lavere end glykogenforbruget. Til gengæld vil størstedelen af energiom-sætningen de næste 24 timer i tiden op til næste dags træning blive dækket ved forbrænding af fedt, til trods for at der indtages en kulhydratrig kost. **Efter** et sådant intenst arbejde er der en stor forbrænding af fedt, hvor det **kulhydrat**, man spiser, **prioriteres til genopbygning af de tomte glykogendepoter i musklerne**. Man kan altså godt tabe fedt, selvom man udfører et arbejde med høj intensitet, der medfører et stort forbrug af kulhydrat. Det totale daglige energiforbrug er altså vigtigere for fedttabet end det dominerende substrat, der forbruges under selve arbejdet. Undersøgelser

Tabel 13. En oversigt over de centrale effekter af aerob træning.

tyder endvidere på, at kvinder ikke er bedre til at forbrænde fedt end mænd, selvom de har en noget større fedtmængde.

Resultater fra andre undersøgelser tyder også på, at korte og intensive træningspas kan være en effektiv måde at komme af med en overskydende fedtmængde på. Den **intensive træning** øger **koncentrationen af væksthormon** i blodet. Væksthormon har bl.a. den egenskab, at det medvirker til en **forøgelse af fedtforbrændingen** og **en hæmning af kulhydratforbrændingen**. Den intense træning synes også at undertrykke appetitten mere end træning med lav intensitet. Ved at **arbejde med relativ høj intensitet** i kortere tid kan det **samlede tidsforbrug** til træningen **reduceres**. Utrænede og meget overvægtige, der ønsker at tabe sig, bør dog starte med længerevarende aktiviteter med lav til moderat intensitet, idet intens træning vil være for fysisk og psykisk belastende for disse personer og samtidig indebære en større risiko for skader.

Aerob træning medfører **mekaniske forbedringer i muskler og led**. De benyt-

tede sener og senetilhæftninger til knogler, led og ledbånd bliver stærkere ligesom ledbrusken bliver tykkere. Dette er afgørende for deres evne til at kunne tåle store træningsbelastninger, og for at få en positiv effekt af stræk- og udspændingsøvelser. For at undgå overbelastning og eventuelle skader, bør aerob træning derfor benyttes som **grundtræning** til mere intensive og specifikke træningsformer.

Den høje kropswarme, som opstår i forbindelse med aerob træning, øger svedkirtlernes aktivitet. **Aerob træning** starter med at svede på et tidligere tidspunkt, og deres svedproduktion er større målt i gram pr. grad temperaturen stiger. Dermed er de **bedre i stand til at komme af med den overskydende varme** både ved arbejde i normal temperatur, ved akut varmeeksponering og ved længerevarende ophold i varme omgivelser end utrænede. Dette gælder også, selvom træningen ikke udføres i varme omgivelser.

Der kan være **individuelle forskelle** på, hvordan **kroppen reagerer på træning**. Størrelsen af den maksimale iltoptagelse er

PERIFERE EFFEKTER AF AEROB TRÆNING

Mitokondrie antal og størrelse ↑
 Andel af perifert beliggende mitokondrier ↑
 Maksimal aktivitet af oxidative enzymer ↑
 Maksimal aktivitet af glykolytiske enzymer →
 Mængden af myoglobin ↑
 Antal af glukosetransportører ↑
 Glykogenindhold i musklerne ↑
 Antallet af kapillærer pr. muskelfiber ↑
 Diffusionsafstand for O₂, producerede- og næringsstoffer mellem blodbanen og muskelfiberne ↓
 Fibertypetransformation: FTx → FTa, evt. FTa → ST
 Insulin følsomhed ↑
 Andel af minutvolumen til de arbejdende muskler ↑
 Maksimal blodtilførsel til musklerne ↑
 Udnyttelsen (A-V differensen) ved submaksimalt arbejde → , evt. ↑
 Udnyttelsen (A-V differensen) ved maksimalt arbejde ↑
 Fedtoptagelsen fra blodet ↑
 Forbrug af fedt ved langvarigt arbejde ↑
 Forbrug af glykogen ved langvarigt arbejde ↓
 Mælkesyreproduktion ved submaksimalt arbejde ↓
 Mælkesyreproduktion ved maksimalt arbejde →

Tabel 14. En oversigt over de perifere effekter af aerob træning.

– som tidligere nævnt – afhængig af køn og alder, men først og fremmest er den bestemt af arvelige faktorer. De arvelige faktorer sætter den individuelle grænse for den maksimale iltoptagelse, men aerob træning kan flytte den helt til den øverste grænse. Størrelsen af den maksimale iltoptagelse afhænger dermed af både **genetiske** og **træningsrelaterede faktorer**.

Ildrætudøverens **udgangsniveau** – ved al form for træning – vil desuden have indflydelse på ændringen i præstationsevnen. En utrænnet person vil have større forbedring end en trænet person, især hvis de – mod sædvane – udfører den samme træning,

idet den utrænnes udgangsniveau er lavere. Jo mere trænet en person er, desto mere træning kræves der for at få en fremgang (se figur 21).

Sammenfatning

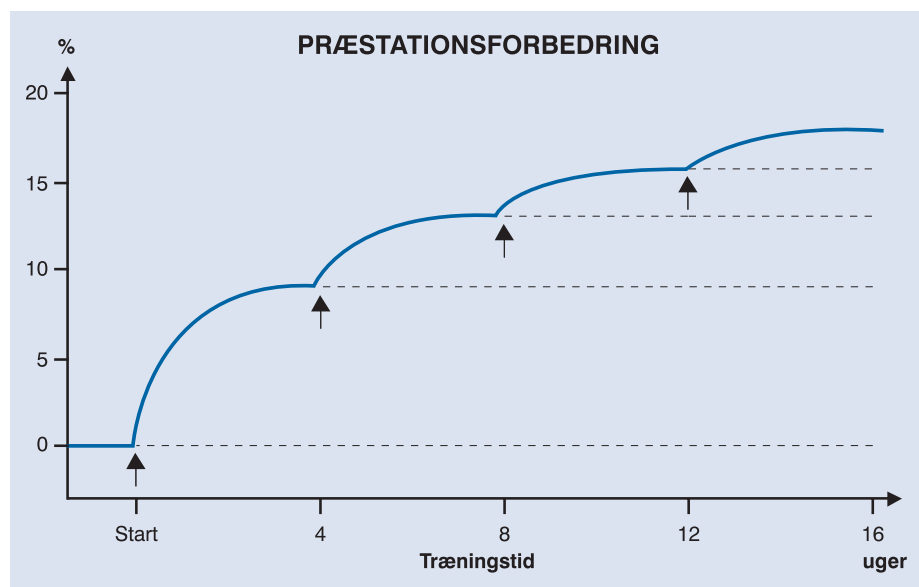
Den aerobe trænings fysiologiske effekter er komplekse med både en central og en perifer påvirkning. De vigtigste træningseffekters funktionelle betydning er illustreret i figur 22.

En god fysisk præstationsevne i udholdenhedsidrætsgrene er betinget af en stor **aerob arbejdsevne**. Denne er igen en optimal kombination af en **høj maksimal**

iltoptagelse (aerob effekt, kondition) og **stor udholdenhed** (aerob kapacitet). Hvordan de to hovedkomponenter skal vægtes i den daglige træning afhænger af den pågældende idrætsgren, idet træningseffekten er specifik i forhold til måden, der trænes på. En analyse af arbejdskravene i idrætsgrenen med hensyn til bevægelsesmønster, varighed og intensitet er derfor nødvendig for at kunne tilrettelægge en hensigtsmæssig aerob træning. Generelt set vil den maksimale iltoptagelse – og dermed konditionen – have større betydning, jo kortere og dermed mere intensivt arbejdet er. Modsat får udholdenheden – og dermed de perifere forhold – større betydning, med jo mindre belastning, og dermed længere tid, der arbejdes i. En marathondløber skal derfor prioritere aerob moderat-intensitetstræning højere end aerob høj-intensitetstræning, idet den maksimale iltoptagelse ikke er af altafgørende betydning i marathondløb.

Træning af maksimal aerob effekt

Konditionen trænes bedst ved aerob høj-intensitetstræning enten i form af intervaltræning eller kontinuerlig træning med relativt korte, meget hurtige træningspas. **Træningen forbedrer først og fremmest kapaciteten af de centrale faktorer**



Figur 21. Figuren viser fremgangen i den aerobe præstationsevne efter en længere periode med aerob træning. Pilene angiver, at intensiteten i træningen blev øget efter henholdsvis 4, 8 og 12 ugers træning (træningsprogression). Dette blev gjort for at sikre en kontinuerlig fremgang i præstationsevnen. Bemærk at fremgangen var størst i starten af træningsforløbet, hvor udgangsniveauet var lavest.

såsom hjertets pumpekapacitet. **Ved træning af konditionen** gælder følgende hovedprincipper:

- Den involverede muskelmasse skal være stor.
- Intensiteten skal være høj, men det er ikke nødvendigt med maksimal intensitet og arbejde til udmattelse.
- Enhver bevægelsesform kan bruges, idet overførselsværdien er stor.

Træning af aerob kapacitet

Udholdenheden trænes ved aerob moderat-intensitetstræning, men det diskuteres, hvorvidt en stor træningsmængde udført med en intensitet på ca. 60-75% af $\dot{V}O_2$ -max. – eller tempotræning – udført med højere intensitet på ca. 75-90% af $\dot{V}O_2$ -max. (i den højeste del af primærområdet) – er **den mest effektive træningsform**.

Aerob moderat-intensitetstræning forbedrer først og fremmest **kapaciteten af de perifere faktorer** såsom kapillariseringen og aktiviteten af de oxidative enzymer.

En myte har været, at lange træningspas, med lav intensitet, er den optimale træningsmetode til forbedring af udholdenheden. Nyere undersøgelser tyder imidlertid på, at øget træningsintensitet har stor effekt på udholdenhedsevnen og forholdene i de trænedes muskler. Det ser ud til, at idrætsudøvere kan få stort udbytte af at træne med korte og hyppige træningspas med relativt høj intensitet inden for aerob moderat-intensitetsområdet. Dette gælder også i idrætsgrene med konkurrencetider op til 3-4 timer (marathonløb e.lign.).

I ekstreme udholdenhedsidrætsgrene med konkurrencetider på 4-10 timer såsom landevejscykling og triathlon er det endnu uvist, hvilken effekt korte træningspas (set i forhold til konkurrencetiden) – på eksempelvis ½-2 timer med relativt høj intensitet – har på præstationsevnen, når de gennemføres i en længere periode.

Ændringen i træningsmønster med øget træningsintensitet, kortere varighed og øget træningshyppighed behøver ikke at ændre på den samlede træningsmængde pr. uge.

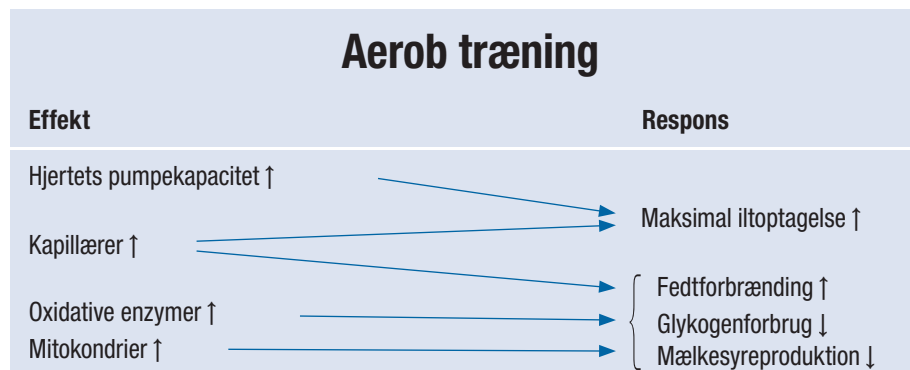
Denne består af:

Træningsmængden (pr. uge) = træningsvarigheden (min) x træningsintensiteten (arbejde pr. min) x træningshyppigheden (antal gange pr. uge)

Som det fremgår af ovenstående, er det muligt at holde træningsmængden rimelig konstant ved at øge træningsintensiteten og -hyppigheden, når træningsvarigheden sættes ned.

Der er ingen tvivl om, at man kan få en betydelig fremgang i den aerobe præstationsevne ved at træne med **lange træningspas med lav intensitet**, men det er ikke alle udøvere, der har den fornødne tid og tålmodighed til at gennemføre denne træningsform. Med **flere korte, intensive træningspas** kan man også opnå forbedringer, og der kan opnås en betydelig besparelse i den samlede træningstid, hvilket kan være af stor betydning for amatøridrætsudøveren. Samtidig vil der også være en større træningsstimulus på den maksimale iltoptagelse og eventuelt en beskeden effekt på det anaerobe stofskifte.

Ved **træning af udholdenheden** er **specificiteten** vigtig. Det betyder, at træning, der sigter på at forbedre udholdenheden, skal foregå på en måde, der ligner konkurrencesituationen så meget som muligt. Det vil sige, at de muskler, der bruges under konkurrence, skal involveres i det samme bevægelsesmønster under træningen. Træning på flere forskellige måder (løbe, cykle, ro, løbe på ski etc.) er glimrende for



Figur 22. Illustration af koblingen mellem nogle af de vigtigste effekter af aerob træning og deres funktionelle betydning.



dem, som træner for at være i almen god fysisk form. For idrætsudøveren, der træner til en specifik disciplin, er en sådan træning af begrænset værdi.

Afvikling af aerob træning

Som beskrevet skal størstedelen af den aerobe træning foregå i rette idrætsgren. Det betyder også, at aerob træning i boldspil så vidt muligt bør foregå med bold i spillignende situationer. Der kan naturligvis forekomme situationer, hvor det kan være nødvendigt at udføre træningen på en anderledes måde. Eksempelvis må en stor del af den aerobe træning i roning om vinteren foregå på land. Her er træning i et roergometer et glimrende alternativ. Aerob træning i boldspil såsom håndbold eller basketball kan foregå udendørs uden bold (formel træning), hvis træningstiden i hallen er begrænset. Selvom overførselseffekten til spilsituationen ikke er optimal, har den aerobe træning naturligvis en vis effekt.

For at opnå den tilsigtede effekt ved de forskellige former for aerob træning, er det vigtigt at styre **arbejdsintensiteten**, således at den holder sig inden for det ønskede primærområde. Forståelsen for korrekt arbejdsintensitet er noget, der kommer med træningserfaring, og som kan styres ved hjælp af pulsregistreringer, tid på fast distance etc. I udholdenhedsidrætsgrene

er det specielt vigtigt hele tiden at **vari**ere **træningen**, idet den samlede fysiske træningsmængde ofte er meget stor. Vekslen mellem de forskellige træningsformer er absolut nødvendig for at udgå alt for ensidige belastninger og dermed skader. Desuden kan variationen være af stor betydning for motivationen til at træne. Ved løbetræning kan der eksempelvis veksles mellem forskellige ruter og typer underlag (bane, landevej, skov og strand – fladt eller kuperet terræn), forskellige træningsformer (distancetræning – kort og hurtigt, lang og langsomt – intervaltræning – høj/lav intensitet – få/mange arbejdsperioder) og træningsgruppen (alene, lille/stor gruppe). En intensiv intervaltræningsdag bør eksempelvis følges af en lettere træningsdag eller en fridag.

Desuden skal man sikre, at der er **langsom progression** og samtidig **kontinuitet i træningen**, for at skader kan undgås.

Denne progression gælder både med hensyn til træningsmængde, træningsintensitet og valg af underlag og sko. Kroppen skal dog med jævne mellemrum presses efter overbelastningsprincippet, det vil sige, at kroppen skal udsættes for belastninger, som adskiller sig fra de belastninger, den er vant til. Ellers vil der ikke ske en betydelig forbedring af den fysiske præstationsevne.

Når man planlægger aerob og anaerob træning, er det nødvendigt at tage hensyn til, hvor lang tid det tager at opnå en træningseffekt i de forskellige væv

TRÆNINGSPANLÆGNING



Hvis man som idrætsudøver ønsker at forbedre sine resultater, er det nødvendigt, at træningen sættes i system. For en begynder er en mere tilfældig og usystematisk træning ikke nogen hindring for at opnå en fremgang i den fysiske præstationsevne, idet det fysiske udgangsniveau er så lavt, at al form for træning vil medføre en fremgang. Er man derimod nået op på et vist fysisk niveau, drejer det sig ikke kun om **at træne**, men også **hvordan, hvornår og hvad**, man træner. Både subelite- og eliteidrætsudøvere samt motionister bør derfor benytte sig af en fornuftig træningsplanlægning for at sikre, at man udnytter alle tilgængelige ressourcer. Selv på motionistniveau, hvor træningstiden ofte er begrænset, er det nødvendigt at planlægge træningen for at opnå udvikling og variation. Disse faktorer er af stor betydning for, at udøverne kan bevare motivationen til at træne.

Når man planlægger **aerob** og anaerob **træning**, er det nødvendigt at tage hensyn til, hvor lang tid det tager at opnå en træningseffekt i de forskellige væv. Der er stor forskel på, hvor lang tid det tager at opbygge de elementer, der er afgørende for den **aerobe arbejdssevne** (se tabel 15). For at forbedre hjertets pumpekapacitet kræves træning over en lang periode (måneder-år), idet ændringer i hjertets størrelse tager lang tid. Blodvolumen ændrer sig hurtigere end hjertets størrelse, men effekten er først optimal, når hele kredsløbet har gennemgået en størrelsesmæssig udvikling. Indholdet i et væv udvikler sig hurtigere end størrelsen af et væv. De muskulære parametre udvikler sig derfor betydeligt hurtigere, især hvis det optimale stimulus (træningsmønster) er til stede. Eksempelvis tager det – med den rette træning – kun nogle få uger at bringe aktiviteten af de oxidative enzymer til høje værdier. Til gengæld

Variabel	Tid for en ændring
Hjertestørrelse	måneder - år
Blodvolumen	måneder
Muskelkapillærer	(uger) - måneder
Oxidative enzymer	uger - måneder
Glykogenindhold	uger
Glykolytiske enzymer	dage - uger
Bufferkapacitet	uger
Na ⁺ /K ⁺ -pumper	uger

Tabel 15. Omtrentlige tider for en fysiologisk tilpasning, der forekommer ved aerob og anaerob træning.

falder aktiviteten af de oxidative enzymer endnu hurtigere, hvis træningen ophører (se figur 23). Det er derfor hensigtsmæssigt med en vis mængde træning i perioden mellem to sæsoner.

De elementer, der er afgørende for den anaerobe arbejdsevne (se tabel 15), opbygges hurtigere end de elementer, der har betydning for den aerobe arbejdsevne. Det betyder, at det – bortset fra deciderede anaerobe discipliner som eksempelvis sprintløb i atletik – ikke er nødvendigt at udføre anaerob træning hele året rundt, idet eksempelvis aktiviteten af de glykolytiske enzymer kan øges markant i løbet af en måned med passende træning. Da anaerob træning er fysisk og psykisk belastende, er dette samtidigt hensigtsmæssigt for idrætsudøverne (se figur 24). Den anaerobe træning intensiveres, når man nærmer sig konkurrencesæsonen.

I **boldspil** kan sæsonen i nogle tilfælde være opdelt i to separate halvdele adskilt af **en periode mellem sæsonhalvdelene** (se figur 24). Da denne periode ikke er af samme længde, som perioden fra sæson-

afslutning til sæsonstart, opdeles den i en vedligeholdelses- og en forberedelsesperiode. I **vedligeholdelsesperioden** er det igen vigtigt, at **spillerne er fysisk aktive** i perioden, så overgangen mellem de to perioder kan ske gradvist. I **forberedelsesperioden** skal **intensiteten i den aerobe træning øges**. Desuden indføres anaerob træning i form af hurtighedstræning og – på eliteniveau – hurtighed-udholdenhedstræning.

Retningslinier for planlægning af aerob og anaerob træning

- **Aerob træning** udføres regelmæssigt hver uge året rundt, idet det tager lang tid at opnå en træningseffekt på de centrale faktorer.
- I konkurrenceperioden opprioriteres aerob høj-intensitetstræning på bekostning af aerob moderat-intensitetstræning, hvilket giver mere tid til at træne andre aspekter af idrætsdisciplinen.
- Vedligeholdelses- og genopbygningsperioden indeholder normalt – afhængig af idrætsdisciplinen – meget begrænsede mængder af **anaerob træning**.

- For udøvere på højt niveau, trænes anaerob træning i de sidste 4-8 uger op til konkurrencesæsonen (i forberedelsesperioden) gradvist op til 3-5 gange om ugen. I konkurrencesæsonen trænes 1-3 gange pr. uge afhængig af idrætsdisciplinen.

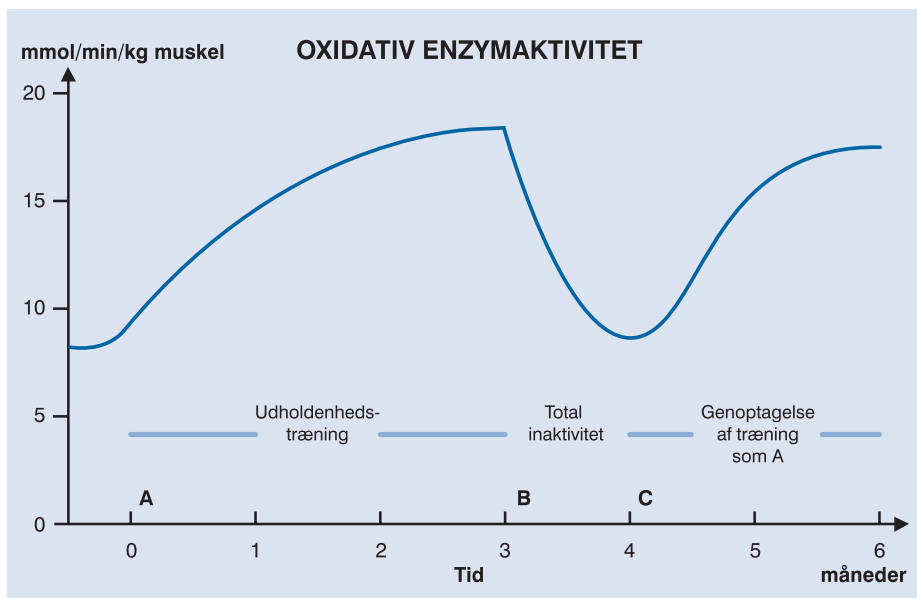
Det enkelte træningspas

Det enkelte træningspas skal være fornuftigt opbygget og i overensstemmelse med den øvrige planlægning. En generel opbygning af et træningspas med henblik på aerob og anaerob træning kan se således ud:

- Opvarmning
- Indlæring af ny teknik
- Hurtighedstræning
- Eventuelt produktionstræning
- Aerob træning
- Hurtigheds-udholdenhedstræning
- Restitutionsaktiviteter

Listen viser den rækkefølge, de forskellige aerobe og anaerobe træningsformer burde afvikles i, hvis de alle skulle tilgodeses i samme træningspas. Ét træningspas omfatter naturligvis ikke alle fysiske træningsformer. Generelt set bør hvert træningspas kun indeholde 1-2 af de aerobe og anaerobe træningsformer ad gangen.

Ethvert træningspas indledes med opvarmning og afsluttes med restitutionsaktiviteter (se side 18 og 22). Eventuel indlæring af ny teknik skal foretages før belastende fysisk træning. Er man træt, vil der være risiko for at indarbejde forkerte bevægelsesmønstre, der kan være vanskelige at ændre på et senere tidspunkt. Hurtighedstræning bør altid placeres i starten af et træningspas efter en grundig opvarmning, idet der skal



Figur 23. Illustration af det tidsmæssige aspekt af træningseffekterne (aktivitet af oxidative enzymer) i muskulaturen ved udholdenhedstræning. Efter nogle måneder er der en markant træningseffekt. Når træningen afbrydes fuldstændig, falder aktiviteten af de oxidative enzymer med en hastighed, der er højere end den, der blev opnået under træningsperioden. Det skyldes to ting. For det første kan en optimal træningsstimulus ikke etableres ved starten af træningen. Det vil sige, at træningsmængden stiger gradvist gennem et træningsforløb, hvorimod træningsstimuleringen ophører med det samme, når træningen afsluttes. For det andet sker ændringerne efter træningen fra et højere absolut niveau og er derfor større.

arbejdes med maksimal indsats med en frisk muskulatur. Produktionstræning kan undertiden placeres i starten af træningspasset, men generelt bør hurtighed-udholdenhedstræning placeres i slutningen af et træningspas, idet træningen er så krævende, at idrætsudøverne vil være fysisk og mentalt påvirkede i lang tid efter. Aerob træning kan placeres i begyndelsen eller i midten af et træningspas, idet intensiteten ikke er så høj, at det får afgørende negativ betydning for den efterfølgende træning.

Kombination af aerob træning og styrketræning

I mange idrætsgrene er det almindeligt at supplere den aerobe træning med styrketræning (eller omvendt). Supplerende styrketræning synes at kunne øge præstationsevnen i udholdenhedsidrætsgrene ved at øge arbejdsøkonomien. Tidligere har man ikke anset det for muligt at øge muskelstyrken og udholdenheden på samme tid, idet træningseffekterne af de to træningsformer er modsatrettede. Problemerne skyldes primært, at **styrketræning** kan forøge muskelmassen ved at øge den enkelte muskelcelles størrelse. Det betyder, at der bliver større afstand fra kapillærerne rundt om muskelcellen og ind til midten af

muskelcellen, hvor en del af mitokondrierne ligger. Altså bliver **diffusionsafstanden længere**, og muligheden for udveksling af nærings- og affaldsstoffer dårligere.

Aerob træning derimod **forbedrer diffusionsforholdene** ved bl.a. at øge antallet af kapillærer og sandsynligvis også ved at reducere størrelsen af den enkelte muskelcelle.

Hvis styrketræning og udholdenhedstræning skal supplere hinanden, er det derfor vigtigt, at idrætsudøvere gennemfører **styrketræning**, som øger muskelstyrken **uden at øge muskelmassen**. Dette sker ved tilpasninger, der øger effektiviteten af nervestemet. Den samlede kropsvægt øges ikke, hvilket er hensigtsmæssigt, idet en øget kropsvægt oftest sænker præstationsevnen i udholdenhedsidrætsgrene (der er flere kilo at bære rundt på). Ydermere ændres diffusionsforholdene ikke, og samlet vil evnen til langvarigt arbejde derfor kunne forbedres. Forbedringen i udholdenheden skyldes ikke forbedring i maksimal iltoptagelse, muskelstørrelse eller kropsvægt. Forklaringen er bl.a. de enkelte muskelfibres øgede styrke. Styrketræningen bør rettes mod nervesystemets evne til at aktivere muskelfibre og udføres ud fra principperne for eksplosiv

Aerob træning	Før sæson				Konkurrence-sæson			Mellem sæson-halvdele				Konkurrence-sæson		
Moderat-intensitets-træning	3344	4444	4455	4443	4343	4343	433	4	4444	33	43	4343	4343	4343
Høj-intensitets-træning	2223	3234	4445	4555	5555	5555	555	3	3345	55	55	5555	5555	5444
Anaerob træning	Før sæson				Konkurrence-sæson			Mellem sæson-halvdele				Konkurrence-sæson		
Hurtighed-udholdenheds-træning	1111	1111	2334	4555	3453	4534	543	1	1135	44	53	4534	5345	3453
Hurtigheds-træning	1111	1111	2344	4555	5555	5555	555	2	2345	55	55	5555	5555	5544

Figur 24. Eksempel på planlægning af aerob og anaerob træning for hver uge gennem en sæson for eliteboldspillere. Bemærk den meget lave prioritering af den anaerobe træning tidligt i før-sæsonen (i vedligeholdelses- og genopbygningsperioden). Forklaring af koderne:

- 1= Meget lav prioritet (behøver ikke trænes)
 2= Lav prioritet (kan trænes)
 3= Moderat prioritet (bør trænes)
 4= Høj prioritet (bør i høj grad trænes)
 5= Meget høj prioritet (skal trænes)



muskelstyrke. Styrketræningen gennemføres derfor med tunge belastninger, få gentagelser og med eksplosiv udførelse (maksimal acceleration af vægten) samt lange pauser mellem hvert sæt, øvelse og pas og eventuelt lav total træningsmængde (få gentagelser og tunge belastninger). Det er dog vigtigt at understrege, at eksplosiv styrketræning kun bør udføres efter en længere periode med grundlæggende styrketræning (½-1 år), så muskler, sener og ligamenter langsomt kan vænne sig til de tunge træningsbelastninger. Desuden sikres det, at den grundlæggende løfteteknik i de basale øvelser er korrekt.

Videnskabelige forsøg har imidlertid vist, at træningstilpasningerne til aerob træning og styrketræning ikke er optimale, hvis de trænes samtidig, og når de indgår i **samme træningspas**, idet de mindsker hinandens virkning. Styrketræning hæmmes sandsynligvis mest, idet muskelstyrken falder umiddelbart efter aerob træning, og styrketræning kan derfor ikke udføres optimalt. Undersøgelser har vist, at 8 timer efter aerob træning (50 minutters intens cykling) er muskelstyrken maksimal igen, men der er stadig en ændret metabolisk aktivitet 32 timer efter den aerobe træning. Effekterne af kombineret udholdenheds- og styrketræning er langt fra klarlagt, men det må på nuværende tidspunkt anbefales, at man efter et helt aerobt træningspas venter minimum 8 timer med at styrketræne. Hvis styrketræning skal supplere aerob træning er det desuden vigtigt at fastslå, at styrketræningen ikke bare kan lægges ovenpå den normale træning, men skal erstatte anden træning, for at træningsmængden ikke bliver for stor.

Aerob og anaerob træning af børn og unge

Børn og unge bør ikke betragtes som små voksne, og træningsprogrammer bør ikke overføres direkte fra voksne til dem. Det er vigtigt at huske, at der er stor forskel på den individuelle udvikling inden for hver aldersgruppe, og at børn og unge nemt kan blive overbelastede. **Omfanget af træningen** bør derfor være **mindre**. Børn og unge kan opnå træningseffekter ved aerob og anaerob træning, så længe træningsstimuleringen er tilstrækkelig. Træningen har ikke nogen fysisk skadelige effekter. Imidlertid gennemgår børn før og under puberteten en naturlig udvikling i aerob og anaerob præstationsevne. I de idrætsgrene, hvor den fysiske præstationsevne kun er en del af den samlede præstationsevne, bør træningen derfor i højere grad koncentreres om taktik, teknik og koordination samt om mentale/sociale aspekter. Især anaerob træning bør ikke indgå i sådanne træningsprogrammer. Man bør satse på en **alsidig motorisk udvikling** i de tidlige år. Mange børn, der satser specifikt på én enkelt idrætsgren, risikerer at blive udsat for en ensidig fysisk udvikling og "brænde ud" i en tidlig alder.

I boldspil bliver børn tilstrækkeligt fysisk udviklede ved regelmæssig deltagelse i øvelser og spil. Undersøgelser fra fodbold har vist, at unge spillere, der ikke trænede specifik aerob og anaerob træning, alligevel med alderen fik en markant forbedring i fysisk præstationsevne. Ved 18 års alderen havde spillerne lige så høje værdier som senior elitespillere. En fodboldspiller kan altså som senior nå fysisk topniveau i elitefodbold uden at have lavet specifik fysisk træning i ungdomsårene.

LITTERATUR

Den vigtigste anvendte litteratur samt forslag til videre læsning

Bangsbo, J., Graham, T., Johansen, L. & Saltin, B.: Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: impact of light exercise. *J. Appl. Physiol.* Vol. 77(4): 1890-1895, 1994.

Bangsbo, J.: Fitness Training in Football - a Scientific Approach. HO+Storm, Bagsværd, 1994.

Bojsen-Møller, F.: Stræk og udspænding - sådan er effekten. *PULS* 4/98, s. 2-5, 1998.

Fleck, S.J. & Kraemer, W.J.: Designing resistance training programmes. *Human Kinetics*, 3. udgave, 2004.

Larsen, H.B.: Training principles in distance running. In: *Running & Science - in an Interdisciplinary Perspektiv*. Eds.: Bangsbo & Larsen, Munksgaard, s. 123-147, 2001.

Leveritt, M., MacLaughlin, H. & Abernethy, P.J.: Changes in leg strength 8 and 32 h after endurance exercise. *J. Sports. Sci.* Vol. 18(11): 865-871, 2000.

Kiens, B. & Richter, E.A.: Utilization of muscle triacylglycerol during post-exercise recovery in man. *Am. J. Physiol.* Vol. 274: E89-E95, 1998.

Michalsik, L. & Larsen, H.: Kvalitet eller Kvantitet. *PULS* 1/94, s. 22-23, 1994.

Michalsik, L.: Fysisk træning i håndbold. Er det nødvendigt? Trænerseminar, SHF, 2000.

Michalsik, L. & Bangsbo, J.: Aerob og anaerob træning, DIF, 2002.

Michalsik, L.B.: Analysis of working demands of Danish handball players. What's going on in the Gym? *Learning, Teaching and Research in Physical Education*, University of Southern Denmark, s. 321-330, 2004.

Nielsen, B.: Opvarmning - myte eller realitet? *PULS* 3/1992, s. 7-9, 1992.

Reilly, T. and Bangsbo, J.: Anaerobic and aerobic training. In: *Applied Sport Science: Training in sport*. Eds.: B. Elliott, Australia, s. 351-380, 1998.

Saltin B.: The physiological and biochemical basis of aerobic and anaerobic capacities in man: Effect of training and range of adaptation. In: *An update on Sports Medicine*, Mæhlum/Nilsson/Renstrøm, 1987.

Saltin, B.: Arbejdsfysiologi. *Ildrætsmedicin for almen praksis*. Månedsskrift for praktisk lægegerning, s. 47-59, 1989.

Svedenhag, J.: Running economy. In: *Running & Science - in an Interdisciplinary Perspective*. Eds.: Bangsbo & Larsen, Munksgaard, s. 85-109, 2001.

Trappe, S., Harber, M., Gallagher, P., Minchev, K. & Whitset, D.: Effect of Marathon run training on single muscle fiber function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36(5), suppl. s. 339, 2004.

Wenger, A.H. & Bell, J.G.: The Interactions of Intensity, Frequency and Duration of Exercise Training in Altering Cardiorespiratory Fitness. *Sports Medicine*, Vol. 3: 346-356, 1986.

Åstrand, P.O., Rodahl, K., Dahl, H.A. & Strømme, S.B.: *Textbook of Work Physiology. Human Kinetics*, 4. udgave, 2003.

NOTER

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

NOTER

[illegible]



DIFs UDDANNELSESMATERIALER

Danmarks Idræts-Forbund har udgivet en lang række emnehæfter, bøger og videoer inden for træning, idrætsskader, psykologi, ledelse etc.

Nyttig viden og inspiration i relation til idrætsskader, træningsplanlægning og andet kan, bl.a. hentes på Danmarks Idræts-Forbunds hjemmeside www.dif.dk under "publikationer".

Bestilling af materialer samt gratis brochure og pjecer vedrørende DIFs uddannelsesvirksomhed kan ske hos Danmarks Idræts-Forbund, Post og Print, tlf. 4326 2060 eller på **www.dif.dk**



DIFs specialforbund

Danmarks Amerikansk Idræts Forbund (DAIF)

Dansk Atletik Forbund (DAF)

Dansk Automobil Sports Union (DASU)

Danmarks Badminton Forbund (DBF)

Danmarks Basketball-Forbund (DBBF)

Den Danske Billard Union (DDBU)

Danmarks Bokse-Union (DaBu)

Dansk Boldspil-Union (DBU)

Dansk BordTennis Union (DBTU)

Dansk Bowling Forbund (DBwF)

Danmarks Brydeforbund (DB)

Dansk Bueskytteforbund (DBSF)

Dansk Cricket-Forbund (DCF)

Dansk Curling Forbund (DCuF)

Danmarks Cykle Union (DCU)

Dansk Dart Union (DDaU)

Dansk Faldskærms Union (DFU)

Dansk Fægte-Forbund (DFF)

Dansk Golf Union (DGU)

Danmarks Gymnastik Forbund (DGF)

Dansk Hanggliding og Paragliding Union (DHPU)

Dansk Hockey og Floorball Forbund (DHFF)

Dansk Håndbold Forbund (DHF)

Danmarks Ishockey Union (DIU)

Dansk Judo og Ju-Jitsu Union (DJU)

Dansk Kano og Kajak Forbund (DKF)

Dansk Karate Forbund (DKaF)

Dansk Kegle Forbund (DKeF)

Dansk Kick- og Thaiboxing Forbund

Dansk Militært Idrætsforbund (DMI)

Dansk Minigolf Union (DMGU)

Danmarks Motor Union (DMU)

Dansk MultiSport Forbund (DMSF)

Dansk Orienterings-Forbund (DOF)

Dansk Petanque Forbund (DPF)

Dansk Ride Forbund (DRF)

Dansk Forening for Rosport (DFrR)

Dansk Rugby Union (DRU)

Danmarks Rulleskøjte Union (DRSU)

Dansk Sejlunion (DSejU)

Dansk Skiforbund (DSkiF)

Dansk Skytte Union (DSkyU)

Dansk Skøjte Union (DSkøU)

Danmarks Sportsdanserforbund (DS)

Dansk Sportsdykker Forbund (DSpF)

Dansk Sportsklatreforbund (DSkF)

Dansk Squash Forbund (DSqF)

Dansk Styrkeløft Forbund (DSF)

Dansk Svæveflyver Union (DSvU)

Dansk Svømmeunion (SVØM)

Dansk Taekwondo Forbund (DTaF)

Dansk Tennis Forbund (DTF)

Dansk Vandski Forbund (DVSF)

Dansk Volleyball Forbund (DVBF)

Dansk Vægtløftnings-Forbund (DVF)

Dansk Handicap Idræts-Forbund (DHIF)

Dansk Arbejder Idrætsforbund (DAI)

KFUMs Idrætsforbund i Danmark (KFUM)

Udgiver

Danmarks Idræts-Forbund

Forfatter

Lars Bojsen Michalsik

Faglig bearbejdelse og redaktion

Jan Milandt

Jesper Franch

Lars Bojsen Michalsik

Jens Meibom

Nina Bundgaard

Illustrator

Jan Hejle

Fotos

Polfoto, Sportsfoto

Tryk

Pitney Bowes

Salg og Distribution

Danmarks Idræts-Forbund

Forsendelsesafdelingen

Idrættens Hus

Brøndby Stadion 20

2605 Brøndby

Telefon: 4326 2060

(man.-tors. 09.00-16.00, fre. 09.00-15.30)

Mail: post-dif@dif.dk

Internet: www.dif.dk

© Danmarks Idræts-Forbund 2007

(eftertryk – helt eller delvist – ikke tilladt)

1. udgave 1. oplag 2007

ISBN 87-91705-06-1



DANMARKS IDRÆTS-FORBUND
Olympisk komite

Idrættens Hus
Brøndby Stadion 20
DK-2605 Brøndby