



Restitusjon og væskeinntak etter trening og konkurranser



Utdraget fra rapporten "Mat og Prestasjon" laget for Sosial og helsedirektoratet i 2003

1.1 Restitusjon

Innen idretten kan restitusjon defineres som gjenoprettelsen av de fysiologiske forstyrrelser som er forårsaket av trening og konkurranser (Virus, 1996). Denne forståelsen av restitusjon er bygget på at kroppen under normale forhold innehar en nøye regulert biologisk balanse (homeostase) og at denne balansen blir forstyrret av ulike typer stress, deriblant hard fysisk aktivitet (Pacak and Palkovits, 2001). Restitusjon innbefatter dermed alle de prosesser som bringer kroppens fysiologiske systemer fra en ubalanse skapt av trening eller konkurranser tilbake til den opprinnelige likevekt som innstilles i hvile. Et enkelt eksempel på restitusjon er kroppens væskebalanse som i hvile opprettholdes via flere ulike reguleringsmekanismer, men som forstyrres når vi taper mer væske enn vi greier å tilføre under trening.

Gjenoprettelse av væskebalansen skjer via væskeinntak både under og etter trening eller konkurranser (Maughan, 1991). Erstatning av energilagrene og da spesielt glykogenlagrene i muskel og lever, er en annen viktig restitusjonsprosess. Inntak av karbohydratrik mat og drikke i tiden etter trening og konkurranser er helt avgjørende for at denne prosessen skal bli så fullstendig og rask som mulig (Coombes and Hamilton, 2000; Ivy, 2001). Full restitusjonen av glykogenlagrene i muskulaturen vil imidlertid først kunne oppnås etter 12-24 timer (Blom et al., 1987; Maehlum et al., 1977)

Hvorfor er restitusjon viktig?

For en idrettsutøver er det i hovedsak to mål med restitusjon etter trening og konkurranser:

- 1) Gjenopprette forstyrrelser i kroppen forårsaket av fysiske belastninger og dermed bedre tilpasningen til å tåle stadig større treningsbelastninger
- 2) Gi tilstrekkelig hvile mellom treningsøktene for å forhindre overtrening, belastningsskader og sykdom

Trening påfører kroppen ulike typer stressreaksjoner og tapper kroppen for væske og næring. Intensiteten og varigheten av den enkelte treningsøkt vil i stor grad avgjøre hvor stor stressreaksjonen blir og hvor mye energi og væske som går tapt. Men den generelle tilstanden man befinner seg i før man starter treningen er også bestemmende for hvor omfattende forstyrrelsene blir. Derfor vil også psykososialt stress, underskudd på søvn, dårlig ernæringsstatus, dehydrering og flere andre faktorer kunne forsterke virkningene av den fysiske belastningen som selve aktiviteten representerer (Bahr et al., 1991). Når utøvere trener to økter per dag med bare noen få timers hvile i mellom, blir derfor restitusjonen spesielt viktig for å unngå å overbelaste kroppens evne til å tåle treningen (Virus, 1996). Imidlertid er det ikke alltid et mål å oppnå full restitusjon mellom hver trening, fordi det å gjennomføre en ny treningsøkt med ufullstendig restitusjon kan være nødvendig for at kroppen skal venne seg

til å tåle stadig større belastninger. Men mangelfull restitusjon over flere dager vil kunne føre til ufullstendig adaptasjon til treningen med påfølgende overbelastning (Costill et al., 1971; Hoffman-Goetz et al., 1990; Suzuki et al., 1996)

Eksempler på ulike systemer og prosesser som skal restitueres:

- Energibalansen (fosfagen, glykogen, triacylglyserol)
 - Proteinbalansen (aminosyrer, nukleinsyrer..)
 - Væske –saltbalansen (vann, natrium, klor...)
 - Hormonbalansen (adrenalin, kortisol, testosteron..)
 - Metabolske prosesser (laktat, urea..)
 - Nevro-muskulær funksjon (signalstoffer, ioner, kontraktile elementer...)
 - Immunologiske funksjoner (leukocytter, cytokiner, immunglobuliner..)
-

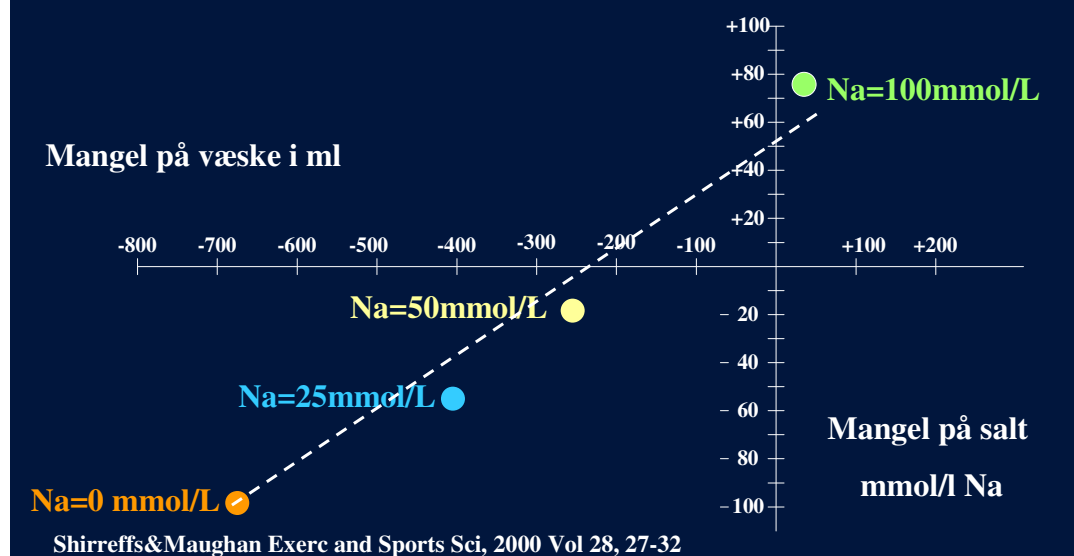
Kroppen selv vil i stor grad styre restitusjonen av mange prosesser, men næringsinntak, væskeinntak og hvile etter fysiske anstrengelser vil kunne påvirke hvor raskt man oppnår fullstendig restitusjon i de ulike fysiologiske systemene i kroppen (Gleeson and Bishop, 2000). Det er først og fremst muskelarbeidets intensitet og varighet som bestemmer hvor lang tid restitusjonen vil ta etter fysiske anstrengelser (Bahr et al., 1987; Bahr and Sejersted, 1991; Galbo, 1986; Pedersen et al., 1998; Pritzlaff et al., 2000; Robson et al., 1999; Sherman, 1992). Hvis man trener to ganger per dag ser det ut til at stresshormoner som adrenalin og kortisol påvirkes i større grad under andre treningsøkt og at det tar tilsvarende lengre tid før de normaliseres i restitusjonsperioden (Ronsen et al., 2000). Det er også sterke indikasjoner på at selv når nivåene av slike stresshormoner er normalisert etter trening, så er likevel ikke de funksjonene som disse hormonene styrer fullstendig restituert. Dette kan bety at restitusjonstiden for det hormonelle systemet etter harde fysiske belastninger er lengre enn det vi så langt kan påvise gjennom målinger av de enkelte hormoner (Ronsen et al., 2002).

1.2 Væske- og saltinntak etter trening og konkurranse

Rask erstatning av tapt væske etter trening/konkurranse er kanskje det viktigste en utøver kan gjøre for å restituere seg effektivt og dermed få maksimalt utbytte av treningen og/eller redusere det fysiologiske stresset som en hard konkurranse har påført kroppen. Jo større væsketapet har vært, desto viktigere blir rutinene rundt væskeerstatningen. Det er flere forhold som avgjør hvor effektiv denne rehydreringsprosessen blir. Først og fremst handler det om tilgang på drikke, men også andre faktorer som type drikke (vann, sportsdrikke, juice, etc), karbohydratinnholdet i drikken, elektrolyttkonsentrasjonen i drikken, smak og eventuelt innholdet av vandrivende stoffer (koffein, alkohol) vil påvirke hvor raskt en utøver oppnår væskebalanse (Burke, 2000).

Mengden væske som skal erstattes under og etter fysisk aktivitet bør tilsvare det man har forbrukt under aktiviteten, pluss 50%, altså totalt 150% av det totale væskeforbruket (Shirreffs and Maughan, 2000). Dette fordi man avgir vann til urinproduksjon og har et økt forbruk av vann i restitusjonsperioden etter trening og konkurranser. Derfor er det viktig å starte væsketilførsel allerede underveis i aktiviteten og ikke vente med å drikke til man er ferdig.

Væske og saltbalanse 6t etter trening



Bildeforklaring: Selv om man erstatter væsketapet under trening vil inntak av kun vann (natrium=0mmol/L) resultere i betydelig mangel på væske og salt etter 6 timers restitusjon (restitusjonsdrikke forsvinnert ut som urin). Med økende saltkonsentrasjon (natrium=25 og 50 mmol/L) vil man lettere beholde den inntatte drikken og oppnå bedre væskebalanse og saltbalanse. Men først ved sterk saltkonsentrasjon i drikket (100 mmol/L) oppnår man full væske- og saltbalanse

Når væsketapet under trening eller konkurranse har vært på mer enn 2% av kroppsvekten, vil man ved fritt valg innta mer væske i form av sportsdrikke med søt smak sammenlignet med bare vann (Carter & Gisolfi 1989). Sportsdrikker som inneholder karbohydrater og elektrolytter vil også gi et raskere væskeopptak fra tarmen og væskeerstatningen går derfor raskere med sportsdrikke (Coombes and Hamilton, 2000). Likevel er væskeerstatningen ofte mangelfull selv etter 3-4 timers restitusjon. Ved inntak av drikke som inneholder mye salt (natriumkonsentrasjon på 50-100 mmol/L) kommer man imidlertid i betydelig raskere væskebalanse sammenlignet med inntak av drikke med lavt saltnivå (natriumkonsentrasjon på 2-25 mmol/L) (Maughan & Leiper 1995). Natriuminnholdet i vann er lite og ligger på ca 2mmol/L, men også i vanlige sportsdrikker er det et relativt lavt nivå (10-25 mmol/L). Det betyr at saltholdigheten i sportsdrikke ikke er optimal for å oppnå en raskest mulig væskebalanse etter større væsketap. Et høyere saltinnhold i drikke vil imidlertid ofte skape en ugunstig smak, selv når det er blandet med karbohydrater, og vil dermed kan det føre til at utøvere drikker mindre enn de burde. Salt kan imidlertid inntas i forbindelse med måltider, og inntak av godt saltet mat sammen med vann kan gi like rask væskebalanse som inntak av en drikk med høyt natriuminnhold (Maughan et al 1996).

Det er viktig å understreke at mangelfullt inntak av mat og drikke i timene før trening eller konkurranser vil også føre til forsinket restitusjon, i tillegg til at belastningen underveis blir større og medfører større stressreaksjon under hard trening/konkurranse (Gleeson, 2000; Nieman and Pedersen, 1999; Ronsen et al., 2002).

Drikkerutiner etter trening / konkurranser:

- Innta rikelig med drikke rett etter trening og konkurranser > 30 min varighet
- Innta ca 1L med sportsdrikke den 1. timen etter langvarig trening og konkurranser
- Drikk gjerne i små porsjoner, men desto oftere
- Drikk deretter ca 0,7 L pr time for hver treningstime du har gjennomført
- Innta gjerne litt saltholdig mat for å beholde den inntatte væsken i kroppen
- Unngå drikke som er vandrivende (kaffe, cola og koffeinholdige drikker, te, øl etc)
- Øk andelen av karbohydrat i drikke etter lange treninger/konkurranser i kulde
- Øk vann og salt andelen i drikke under treninger/konkurranser i varme
- Husk at du innen 3 timer etter trening bør ha inntatt 150% av væsketapet under trening/konkurranse for å komme i væskebalanse

1.3 Restitusjon i forbindelse med 2 treningsøkter pr dag

På Toppidrettsenteret og ved Norges Idrettshøgskole har vi gjennomført flere forsøk for å kartlegge hvor stor belastning det er å gjennomføre to harde økter med utholdenhetstrening på samme dag. I en av studiene ønsket vi å se hvordan kroppen reagerte når utøverne gjennomførte samme treningsøkt med 75 min sykling på 75% av maksimalt oksygen opptak 2 ganger med kun tre timers hvile i mellom. Det viste seg da at kroppens stressreaksjoner ble vesentlig sterkere på andre økt sammenlignet med først økt, selv om begge treningene var identisk i varighet og intensitet. Til tross for at utøveren hvilte i seng, spiste et måltid og drakk så mye vann de ønsket i timene mellom treningsøktene, var det tydelig at kroppen ikke hadde restituert seg etter 1.økt. I tillegg til det økte hormonelle og metabolske stresset under og etter 2. treningsøkt, ble immunsystemet også satt under større stress i forbindelse med 2. treningsøkt sammenlignet med 1.økt.

Det er mulig at denne ekstrabelastningen som 2.treningsøkt påførte kroppen kan ha sin forklaring i at karbohydratlagrene (glykogen i muskel og lever) ble nesten uttømt under 1.treningsøkt på formiddagen. Dette fordi man ved fysisk arbeid på høy intensitet (> 70% av maksimalt oksygen opptak) må hente mesteparten av energien fra glykogenlagrene i kroppen, i motsetning til arbeid på lav intensitet hvor fett bidrar mest som energisubstrat. Siden glykogenlagrene restitueres svært langsomt i restitusjonstiden (5-8% pr time) er det klart at lagrene ikke fyltes godt nok opp i løpet av den korte 3 timers hvileperioden mellom treningsøktene. Dermed ble det en større mangel på glykogen som energikilde under 2.treningsøkt. Kroppen kan imidlertid mobilisere de siste karbohydratreservene i muskel og lever ved hjelp av økt utskillelse av stresshormoner, slik som adrenalin og noradrenalin. I våre forsøk så vi klare tegn på denne "krisemobiliseringen" av energi i musklene hos utøverne på 2 treningsøkt i form av økt utskillelse av flere stresshormoner. Men, det var ikke bare stressreaksjonene under 2.treningsøkt som var forsterket. Det økte stresset "hang igjen" også i hvileperioden etter 2.økt, slik at restitusjonen tok betydelig lenger tid. Imidlertid var de fleste stressreaksjonene normalisert morgenen etter de to treningsøktene, dog med et forbehold at vi ikke målte hvor fullstendig glykogenlagrene hadde restituert seg. Det er vist at man kan trenge opp til 24 timer for å fylle lagrene helt etter uttømmende treningsøkter. Det er derfor viktig å gjøre restitusjonen i forbindelse med hver treningsøkt så effektiv som mulig. Flere andre vitenskapelige forsøk har vist at tilstrekkelig væske- og karbohydrattilførsel både under og

etter trening og konkurranser er de aller viktigste tiltakene som kan sikre en optimal restitusjon. I tillegg bør måltidene bestå av proteinrik mat for å sikre raskest mulig proteinbalanse og en gunstig anabol metabolisme etter trening. Væskeerstatningen er mest effektiv og væskebalanse oppnås raskest hvis drikke inneholder en blanding av vann, karbohydrater og elektrolytter (vesentlig natrium), slik de fleste av dagens sportsdrikker gjør.

Siden både antall timer og måltider mellom treningsøktene kan være av stor betydning for hvor stor stressreaksjonen utøveren utsettes for under og etter 2.treningsøkt, gjennomførte vi en ny studie som sammenlignet det å ha 3 timers hvile og ett måltid mellom to treningsøkter med et utvidet restitusjonsregime hvor utøveren fikk 6 timers hvile og 2 måltider mellom øktene. Vi fant da at det utvidede restitusjonsregimet resulterte i litt mindre stressreaksjoner under 2. treningsøkt og tegn på litt raskere restitusjon i de første timene etterpå. Men ikke alle tegn på økt stress og ekstrabelastning på energireservene ble utlignet med 6 timers hvile og 2 måltider mellom øktene. Vi tror derfor at det er svært viktig å unngå at det blir mange påfølgende dager med 2 intensive utholdenhetsøkter og dertil ufullstendig restitusjon, spesielt i forhold til glykogenlagrene som da kan bli vedvarende lave. Konsekvensene av å trene hardt med for lave glykogenlagre er ikke godt kjent, men man vet at kroppen da mobiliserer kriseløsninger som kan føre til vedvarende forstyrrelser i hormonbalansen, immunsystemet og energitilgangen under trening. Vi tror allikevel ikke at det er uriktig eller "usundt" å trene to ganger pr dag for idrettsutøvere som har et godt treningsgrunnlag, men man må vite at kroppen utsettes for ekstra stressreaksjoner på den 2. treningsøkta når hviletiden imellom øktene er begrenset. Derfor, når to harde treningsøkter skal gjennomføres på samme, dag må utøveren passe på å få flest mulig timer hvile mellom øktene og ta til seg mye karbohydratrik mat og drikke med en del salter/elektrolytter i. Videre er det viktig å variere belastningsgrad og ha god variasjon i treningsformene gjennom harde treningsperioder for å unngå vedvarende overstress og overtreningproblemer.

Effektiv restitusjon starter med tiltak som forebygger at kroppen utsettes for unødig stress og belastning før treningen starter. Derfor er tilstrekkelig med mat og væskeinntak før trening viktig for at restitusjonen etter trening skal ta kortest mulig tid. Videre er det avgjørende at man ikke venter med alle restitusjonstiltak til etter treningen. Væsketilførsel under, og ikke bare etter, lange treningsøkter er et godt eksempel på dette. Det er forskjell på å erstatt 1L i stedet for 3L etter en treningsøkt når man bare har 3-4 timer til neste økt!!

Alle idrettsutøvere som trener systematisk for å bli bedre bør ha en innarbeidet restitusjonsplan etter hver trening på samme måte som man har en plan for treningen fra dag til dag. Men, skal man lage gode restitusjonsrutiner, må enhver utøver først ta utgangspunkt i sin egen hverdags- og treningsaktivitet for å identifisere flest mulig av de stressfaktorene som forrykker kroppens fysiske og psykiske balanse. De vanligste stressfaktorene som en idrettsutøver må sette inn restitusjonstiltak i forhold til er listet opp nedenfor. Disse vil selvsagt ha ulik betydning for hver enkelt utøver avhengig av type idrett, treningssituasjon, klimatiske forhold, livssituasjon, etc. Målet må være å unngå eller minimalisere alle stressfaktorer som ikke er direkte knyttet til treningsbelastningen man ønsker å utsette kroppen for, slik at man kan bruke mest mulig resurser til å meste treningsstresset og minst mulig på utenforliggende stressfaktorer.

Stressfaktorer som krever målrettede restitusjonstiltak

1. Kuldeeksponering som medfører nedkjøling av muskulatur og kroppen forøvrig
2. Varmeeksponering med overoppheting og kroppstemperatur over 39 gr C
3. Hypoksieksponering / høydetrening på over 1500 m.o.h.
4. Dehydrering og saltmangel p.g.a. væsketap > 2% av kroppsvekt
5. Energimangel p.g.a. lavt inntak av karbohydrater, fett og proteiner
6. Mikronutrientmangel p.g.a. lavt inntak av vitaminer, mineraler, sporstoffer
7. Tretthetstilstander p.g.a. mangel på hvile, søvn og lange reiser med døgnomstilling
8. Muskel-skjelettplager fra ledd, sener, muskler, knokler, etc
9. Psykisk ubalanse p.g.a. angst, depresjon, samlivskonflikter, motivasjonssvikt etc.
10. Sosial instabilitet p.g.a. samlivsbrudd, flytting, skole-jobbstress, mye reising etc.
11. Sykdomstilstander som infeksjoner, anemier, allergier, astma, spiseforstyrrelser, etc.

Hvordan optimalisere restitusjonen i forhold til disse stressfaktorene:

Her følger noen enkle og konkrete råd til å optimalisere restitusjonen og dermed redusere belastningen fra de enkelte stressfaktorene som er nevnt ovenfor. Dette gjelder både i forhold til belastninger i dagliglivet og gjennom treningen. Listen er basert på både vitenskap og erfaringer og er sammendrag av de vesentligste tiltakene som en utøver bør gjennomføre

Unngå vesentlig nedkjøling av muskulatur og kroppen forøvrig

- **bruk riktig tøy til trening med god vind- og varmebeskyttelse for musklene**
- **ha med tørt tøy til skift rett etter trening**
- **ta raskt av vått tøy etter trening**
- **tørk av svette og på med tørt tøy**
- **gjennomfør rolig fysisk aktivitet i 10-15 min etter hard trening/konk.**
- **bruke maske/luftvarmer for pusten ved trening i temp under -15`C**

Unngå overoppheting på varme dager

- **ikke vær i sola før og etter trening ved lufttemperatur over 25`C**
- **ikke tren i direkte solskinn så langt det er mulig**
- **ta småpauser i skyggen hvis du må trene i sola**
- **beskytt hodet mot direkte solskinn hvis mulig**
- **bruk lett, lyst og luftig tøy på trening**

- nedkjøl kroppen raskt med kaldt vann/ isbad hvis mulig
- drikk rikelig både før, under og etter trening.

Unngå unødig belastninger på høydetrening på over 1800 m.o.h.

- kontroller jernstatus i god tid før høydeopphold og følg legens råd om jertilskudd
- vrder nøye bohøyde og treningshøyde ved lengre opphold
- tren på lav-moderat intensitet første dagene av oppholdet
- innta 1L ekstra drikke for hver 1000m.o.h. du bor og trener på
- bruk litt ekstra salt i maten, spesielt de første dagene
- innta rikelig med sportsdrikke i.f.m. treningene
- sikre nok energitilgang gjennom hyppige måltider og spis karbohydratrik mat
- vrder ekstra tilskudd av antioksidant vitaminer/mineraler og omega 3

Unngå store og langvarige væske- og salttap (dehydrering)

- drikk godt før trening og ca 3-5 dl. Siste 60 min før hardtrening eller konkur.
- bruk sportsdrikke med både karbohydrater (4-6%) og salter (natrium) ved trening/konk.>60 min
- drikk før du er tørst og helst hvert 10-15 min både under og etter trening/konk.
- drikk minimum 5-7 dl. pr.time som du trener eller konkurrerer.
- innta rikelig med drikke rett etter all fysisk aktivitet på mer enn 30 min varighet
- innta ca 1L den første timen etter middels og harde anstrengelser
- drikk deretter ca 0,7L pr time for hver time du har vært i aktivitet
- drikk ca 1L for hver time hvis væsketapet har vært stort (varmt klima)
- innen 4 timer bør du ha inntatt ca150% av det totale væsketapet fra trening/konk.
- unngå drikke med vandrivende stoffer (kaffe, te, cola, koffeindrikke, øl) de første 4 t

Unngå energimangel

- spis 4-5 faste måltider pr. dag (inkl. evt. mellommåltid)
- spis variert mat med en fordeling på ca 15% proteiner, 30% fett og 65% karbohydrater
- ikke start trening på tom mage, spis litt ca. 1 time før trening, men ikke mye søtsaker
- få i deg energiholdig mat med både karbohydrater og proteiner innen 1t etter trening, gjerne en brødkive med ost og skinke, litt frukt, en energibar, eller en energirik gel
- ta deg god tid ved alle måltider, og hold deg mest mulig i ro rett etter måltidene.
- hold øye med kroppsvekta av og til, og unngå vektreduksjon på > 3% av kroppsvekt.

Unngå vitamin/mineral mangler

- spis variert kost med brød, frukt og grønnsaker hver dag
- ikke slurv med middagene: bruk pasta, ris, potet, kjøtt, fisk, flere grønnsaker
- sikre deg at jernlagret er bra ved jernrik kost eller jerntilskudd etter legens råd
- pass ekstra godt på måltidsrutiner og kosthold på reiser
- vurder vitamin/mineralttilskudd i perioder med mye trening, ved høydetrening og på lengre reiser med dårlig matinntak/lyst
- ta et lavdosert multivitamin- og mineralttilskudd hvis du har perioder med vektreduksjon eller mangelfullt kosthold
- overdoser aldri kosttilskudd, det kan gi mangelsykdommer og virke negativt på restitusjonen.

Unngå tretthetstilstander

- pass på å få nok og regelmessig søvn,- også før midnatt
- få nok fysisk hvile mellom treningsøktene, gjerne også litt søvn
- vurder inneklime ditt (temperatur, luftfuktighet, støv, planter, dyr, osv.)
- pass på riktig behandling av eventuelle allergier
- ved tiltagende tretthet, ta fri fra trening en dag og diskuter med trener/idrettslege
- følg spesifikke råd om tidsakklimering ved lange interkontinentale reiser

Unngå overbelastningstilstander

- periodiser treningen i mikro-og makrosykluser
- varier treningen og unngå ensidige muskulære belastninger
- sørg for tilstrekkelig opp- og nedvarming samt uttøyninger
- forebygg muskulære overbelastninger ved massasje og annen lokal behandling
- søk idrettslege / fysioterapeut når lokale plager vedvarer

Minimaliser psykiske stressfaktorer

- ha realistiske forventninger til idrettslig fremgang fra sesong til sesong
- sett opp prioriteringer og ikke prøv og være best i alt
- ta konfliktene når og der de kommer, verken oppsøk eller unngå dem
- dyrk utenomsportslige trivselsaktiviteter
- søk hjelp ved tiltagende mistrivsel, psykiske problemer eller personlige konflikter

Unngå sosial instabilitet

- ha en plan for skole/arbeid, økonomi, bosted og reiser tilpasset idrettssesongen
- unngå mye flytting og ustabile forhold rundt skole og arbeid
- utvikle ditt sosiale nettverk også utenom idretten
- unngå engasjement som gir tidspress mellom trening/skole/job/hjem
- ikke kompensere hard trening på ukedagene med mye "uteliv" i helgene

Minimaliser risiko for sykdom

- unngå situasjoner og steder som øker astma/allergi-plager hvis du har slik sykdom
- sjekk jernstatus 2 ganger i året og ikke slurv med kostholdet
- unngå unødig kontakt med smittekilder og unngå infeksjonssyke mennesker
- vær nøye med egen hygiene, vask hendene ofte og før hvert måltid
- ikke bruk andres drikkeflasker og vurder mat- og drikke-kvalitet i utlandet
- ikke tren ved begynnende sykdomstegn og feber

La meg tilslutt understreke at det er systematisk trening som gjør det mulig for en utøver å høyne sitt prestasjonsnivå. Men, gode restitusjonsregimer vil bidra til at utøveren får mest mulig igjen for treningsinnsatsen og bidra til at kroppen tåler stadig større treningsbelastninger gjennom idrettskarieren.

References Cited

- Bahr,R, I Ingnes, O Vaage, O M Sejersted, E A Newsholme, 1987, Effect of duration of exercise on excess postexercise O₂ consumption: *J.Appl.Physiol*, v. 62, p. 485-490.
- Bahr,R, P K Opstad, J I Medbo, O M Sejersted, 1991, Strenuous prolonged exercise elevates resting metabolic rate and causes reduced mechanical efficiency: *Acta Physiol Scand.*, v. 141, p. 555-563.
- Bahr,R, O M Sejersted, 1991, Effect of intensity of exercise on excess postexercise O₂ consumption: *Metabolism*, v. 40, p. 836-841.
- Blom,PC, A T Hostmark, O Vaage, K R Kardel, S Maehlum, 1987, Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis: *Med.Sci.Sports Exerc.*, v. 19, p. 491-496.
- Burke,LM, 2000, Nutrition for recovery after competition and training, in LM Burke and V Deakin (eds), *Clinical Sports Nutrition*: Roseville, NSW Australia, McGraw-Hill Book Company, p. 396-427.
- Coombes,JS, K L Hamilton, 2000, The effectiveness of commercially available sports drinks: *Sports Med.*, v. 29, p. 181-209.
- Costill,DL, R Bowers, G Branam, K Sparks, 1971, Muscle glycogen utilization during prolonged exercise on successive days: *J.Appl.Physiol*, v. 31, p. 834-838.
- Galbo,H, 1986, The hormonal response to exercise: *Diabetes Metab.Rev.*, v. 1, p. 385-408.
- Gleeson,M, 2000, The scientific basis of practical strategies to maintain immunocompetence in elite athletes [In Process Citation]: *Exerc.Immunol.Rev.*, v. 6:75-101, p. 75-101.
- Gleeson,M, N C Bishop, 2000, Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements: *Immunol.Cell Biol.*, v. 78, p. 554-561.
- Hoffman-Goetz,L, J R Simpson, N Cipp, Y Arumugam, M E Houston, 1990, Lymphocyte subset responses to repeated submaximal exercise in men: *J.Appl.Physiol.*, v. 68, p. 1069-1074.
- Ivy,JL, 2001, Dietary strategies to promote glycogen synthesis after exercise: *Can.J.Appl.Physiol*, v. 26 Suppl, p. S236-S245.

- Maehlum,S, A T Hostmark, L Hermansen, 1977, Synthesis of muscle glycogen during recovery after prolonged severe exercise in diabetic and non-diabetic subjects: Scand.J.Clin.Lab Invest, v. 37, p. 309-316.
- Maughan,R, 1991, Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise: J.Sports Sci., v. 9, p. 117-142.
- Nieman,DC, B K Pedersen, 1999, Exercise and immune function. Recent developments: Sports Med., v. 27, p. 73-80.
- Pacak,K, M Palkovits, 2001, Stressor specificity of central neuroendocrine responses: implications for stress-related disorders: Endocr.Rev., v. 22, p. 502-548.
- Pedersen,BK, T Rohde, K Ostrowski, 1998, Recovery of the immune system after exercise: Acta Physiol Scand., v. 162, p. 325-332.
- Pritzlaff,CJ, L Wideman, J Blumer, M Jensen, R D Abbott, G A Gaesser, J D Veldhuis, A Weltman, 2000, Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men: J.Appl.Physiol, v. 89, p. 937-946.
- Robson,PJ, A K Blannin, N P Walsh, L M Castell, M Gleeson, 1999, Effects of exercise intensity, duration and recovery on in vitro neutrophil function in male athletes: Int.J.Sports Med., v. 20, p. 128-135.
- Ronsen,O, E Haug, B K Pedersen, R Bahr, 2000, Increased neuroendocrine response to a repeated bout of endurance exercise: Med.Sci.Sports Exerc., v. 33, p. 568-575.
- Ronsen,O, J Kjeldsen-Kragh, E Haug, R Bahr, B K Pedersen, 2002, Recovery time affects immunoendocrine responses to a second bout of endurance exercise: Am.J.Physiol Cell Physiol, v. 283, p. C1612-C1620.
- Sherman,WM, 1992, Recovery from endurance exercise: Med.Sci.Sports Exerc., v. 24, p. S336-S339.
- Shirreffs,SM, R J Maughan, 2000, Rehydration and recovery of fluid balance after exercise: Exerc.Sport Sci.Rev., v. 28, p. 27-32.
- Suzuki,K, S Naganuma, M Totsuka, K J Suzuki, M Mochizuki, M Shiraishi, S Nakaji, K Sugawara, 1996, Effects of exhaustive endurance exercise and its one-week daily repetition on neutrophil count and functional status in untrained men: Int.J.Sports Med., v. 17, p. 205-212.
- Viru,A, 1996, Postexercise recovery period: carbohydrate and protein metabolism: Scand.J.Med.Sci.Sports, v. 6, p. 2-14.