

Effekt av aerobisk trening for helse og sykdomsmotstand hos laks

Harald Takle, Seniorforsker

E-post: harald.takle@nofima.no

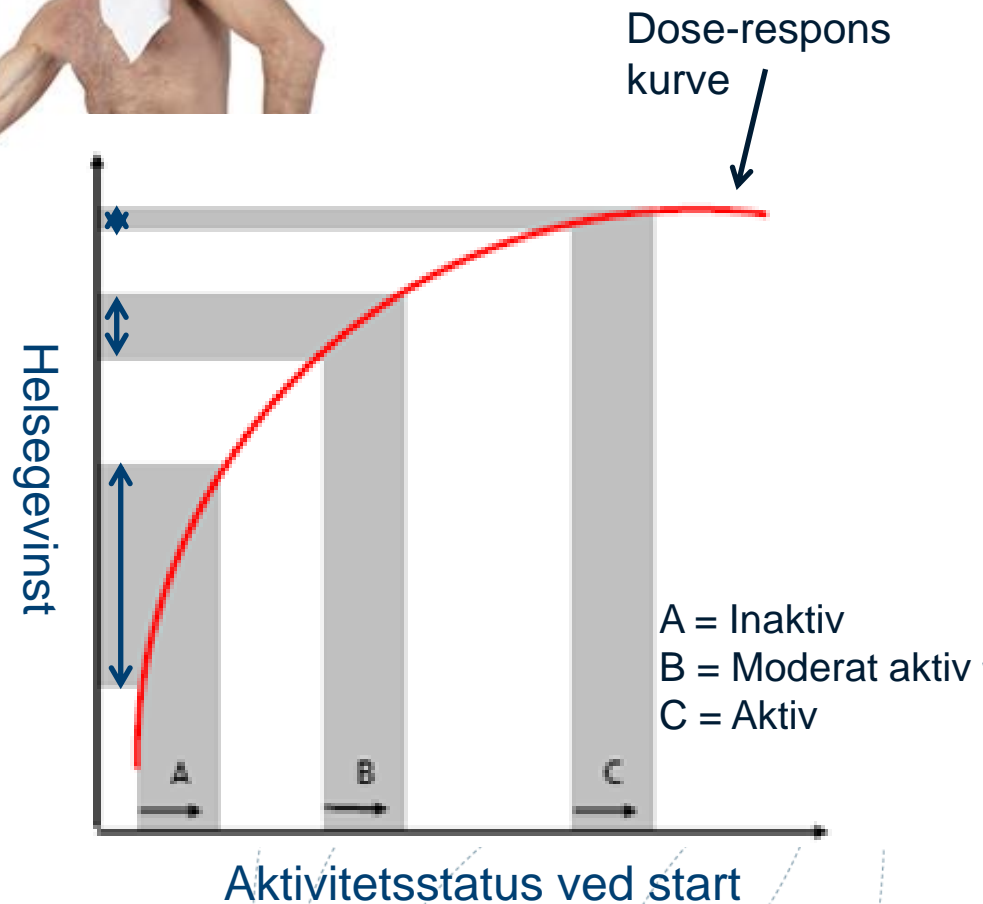
Hva gjør trening med oss mennesker?

Trening:

- Forbedret kondisjon
- Økt muskelstyrke
- Forbedret bevegelighet

”Mangel på aktivitet ødelegger et hvert menneskes gode form, men bevegelse og fysisk aktivitet bevarer og forbedrer den”

Platon, 2400 f. Kr.



Livsstil, trening og helse

- **75% av alle sykdommer relatert til livsstil.**
- **Stress, alkohol, mengde mat, nærings sammensetning, tobakk og inaktivitet**

- **Hjerte & Karsykdommer**
- **Overvekt, fedme**
- **Diabetes**
- **Mage/Tarm**
- **Visse typer kreft**
- **Osteoporose**
- **Jernmangel**
- **Tannskader**
- **Høyt blodtrykk**
- **Galleveissykdommer**
- **Spiseforstyrrelser**
- **Overfølsomhet: allergi/intoleranse**



Trening



Trening holder oss friske og gir oss bedre motstandsdyktighet mot sykdommer

Laksen er også skapt for bevegelse!

Vil trening gi tilsvarende effekter hos laks som hos mennesker?



Næringen må redusere tap i sjø!

➤ 10-20% årlig tap i sjø siste 12 år (milliarder NOK i inntektstap)

– Parasitter: Lus, AGD m.fl.



– Virus, bakterier:
PD, CMS, HSMB, Moritella m.fl.

– Sår



– Hjertefeil, inkl epikarditt



Fisketrening, hva er det?

- Modulering av oppdrettsmiljøet som medfører at fisken blir motivert/tvunget til å svømme kontrollert i en høyere hastighet enn normalt over lengre tid.
- Effekten er resultat av fysiologisk og adferdsferdmessig endring
- Svømmeaktivitet måles som: kroppslengder per sekund, KL/s



Hvordan trene settefisk?



Settefiskkar kan modifieres

- Justere vannflow
 - Høyere flow, større hastighet
- Justere vannhastighet
 - Modifisere innløpsrør
 - Antall hull
 - Hull størrelse
 - Retning
- Justere utløp
 - Sideutløp
 - Bunnutløp



Hvordan måle flow og vannhastighet?



- Höntzsch HFA propell med HLOG software (punktmåling)
- Akustisk hastighetsmåling (hele karet)
- Portaflow 300 Micronics ultralyd flowmeter

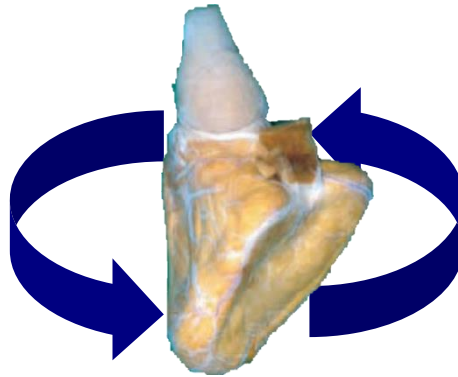
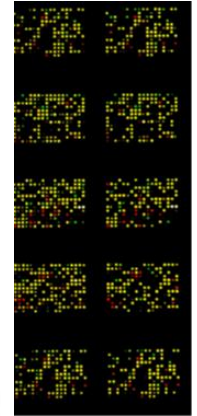
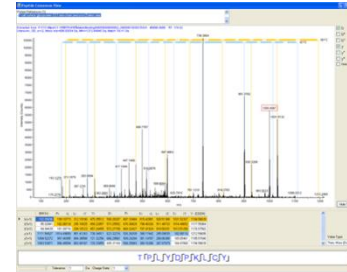
Treningsforsøk



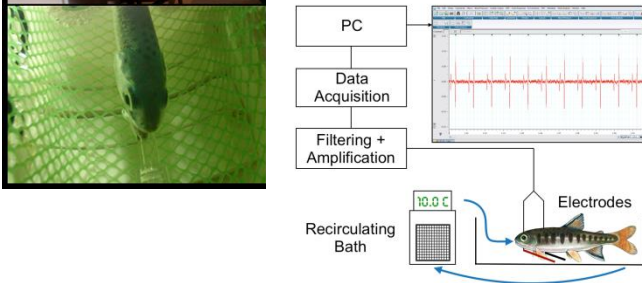
Utholdenhetstester



Omics-analyser



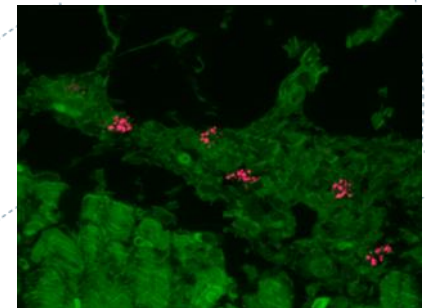
Hjerterate måling



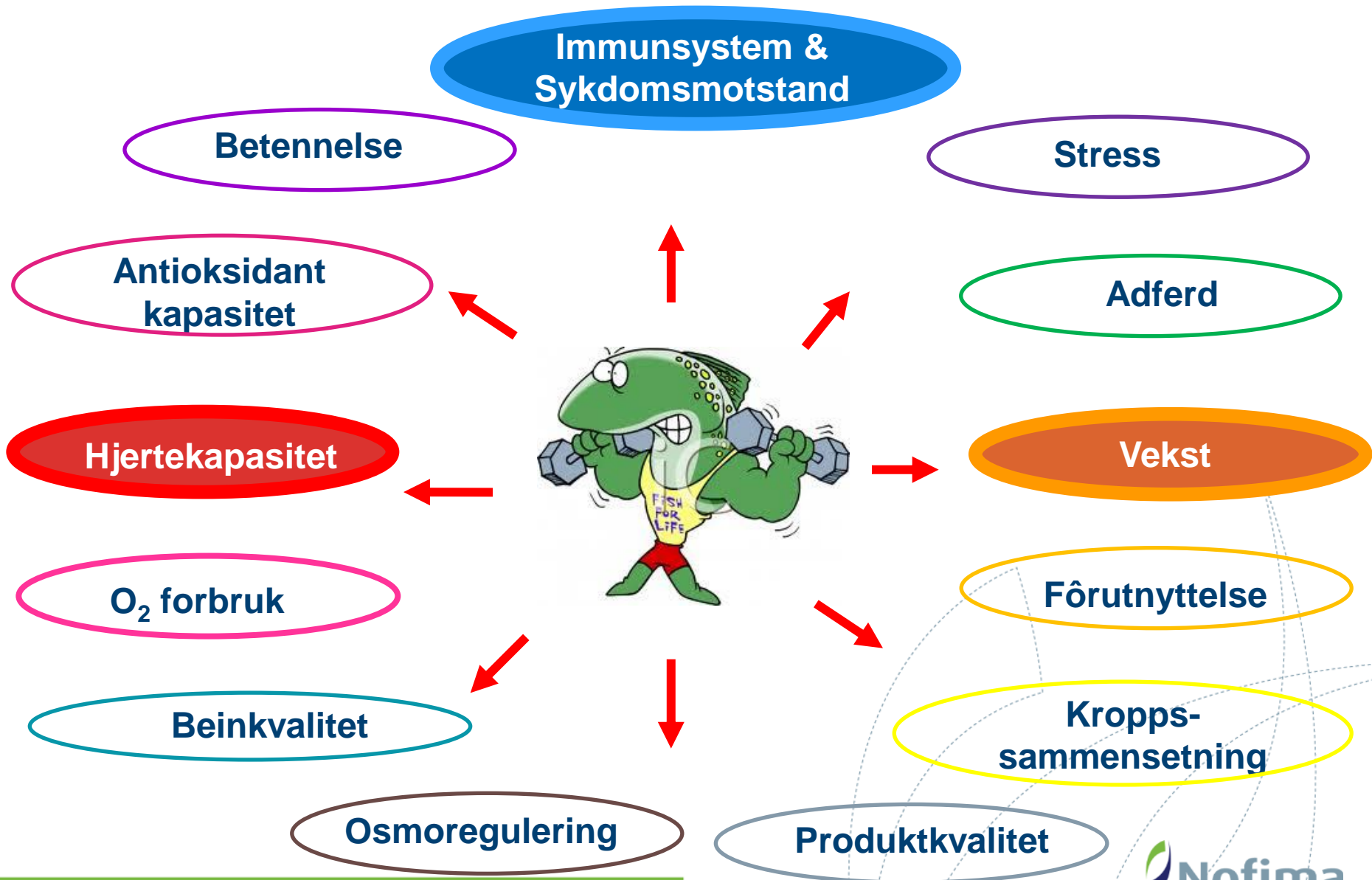
Oksygen opptak



Histologi

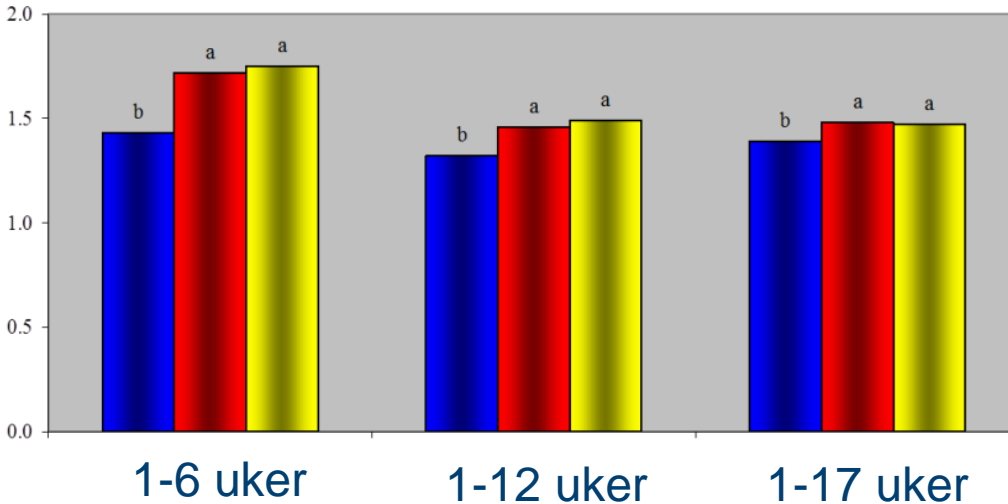


Effekt av trening hos settefisk

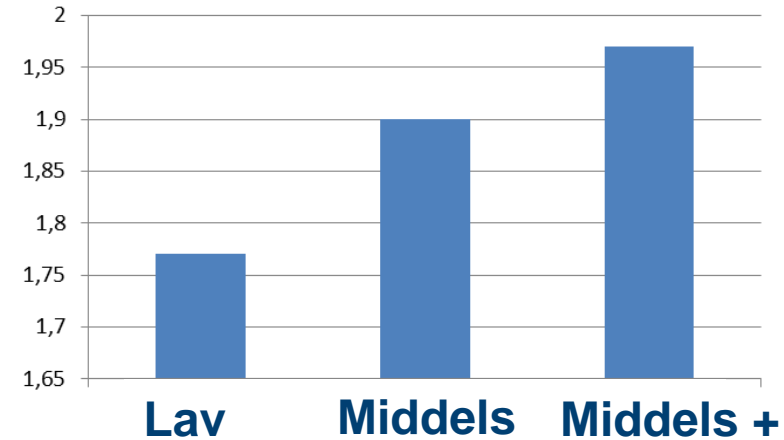


Uavhengige treningsforsøk viser at aerob trening øker vekst hos pre-smolt

Spesifikk vekst rate



Spesifikk vekst rate



6 uker trening:

- **Lav:** 0,05 KL/s
- **Middels:** 0,8 KL/s
- **Middels +:** 0,8 KL/s, 16t
1,0 KL/s, 8t

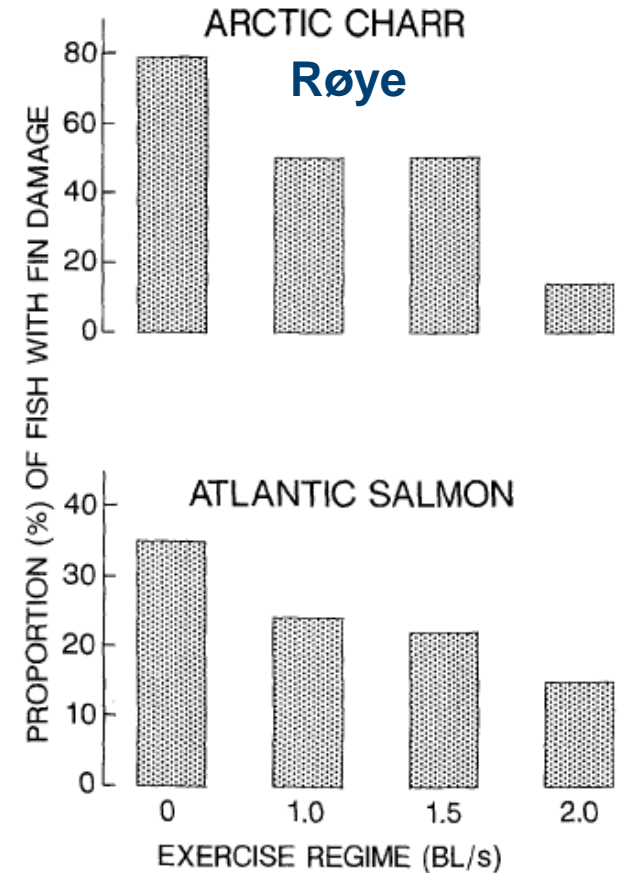
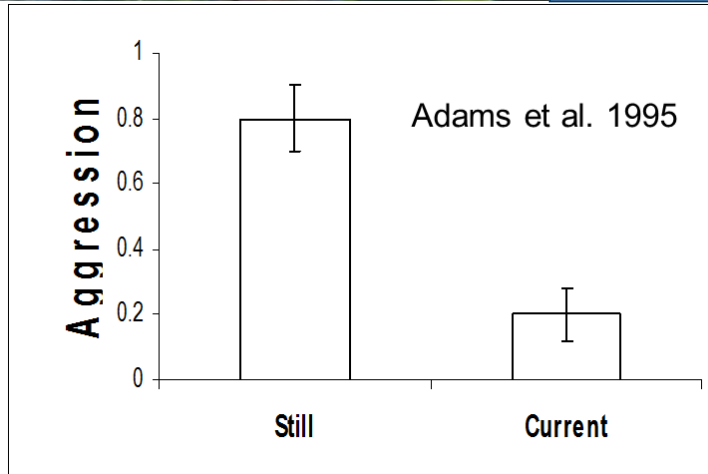
10 uker trening:

- **Lav:** 0,5 KL/s
- **Middels:** 0,8 KL/s
- **Middels +:** 0,8 KL/s, 12t
1,2 KL/s, 12t

➤ **Trening stimulerer til bedre vekst i ferskvann ved at fisken spiser mer, mens fôrutnyttelsen er upåvirket**

Hvorfor gir økt svømmeaktivitet bedre vekst?

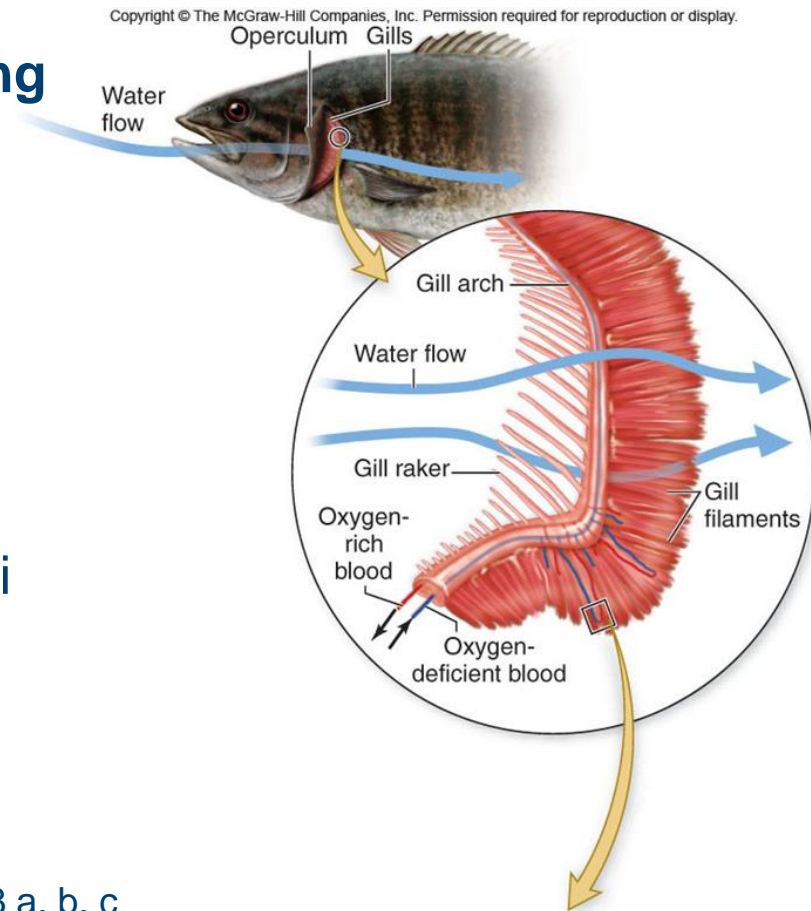
➤ Mindre aggresjon og finneslitasje



➤ Mindre aggresjon og bedre vekst når kostnaden ved å sluss for maten øker ved trening

Hvorfor gir økt svømmeaktivitet bedre vekst?

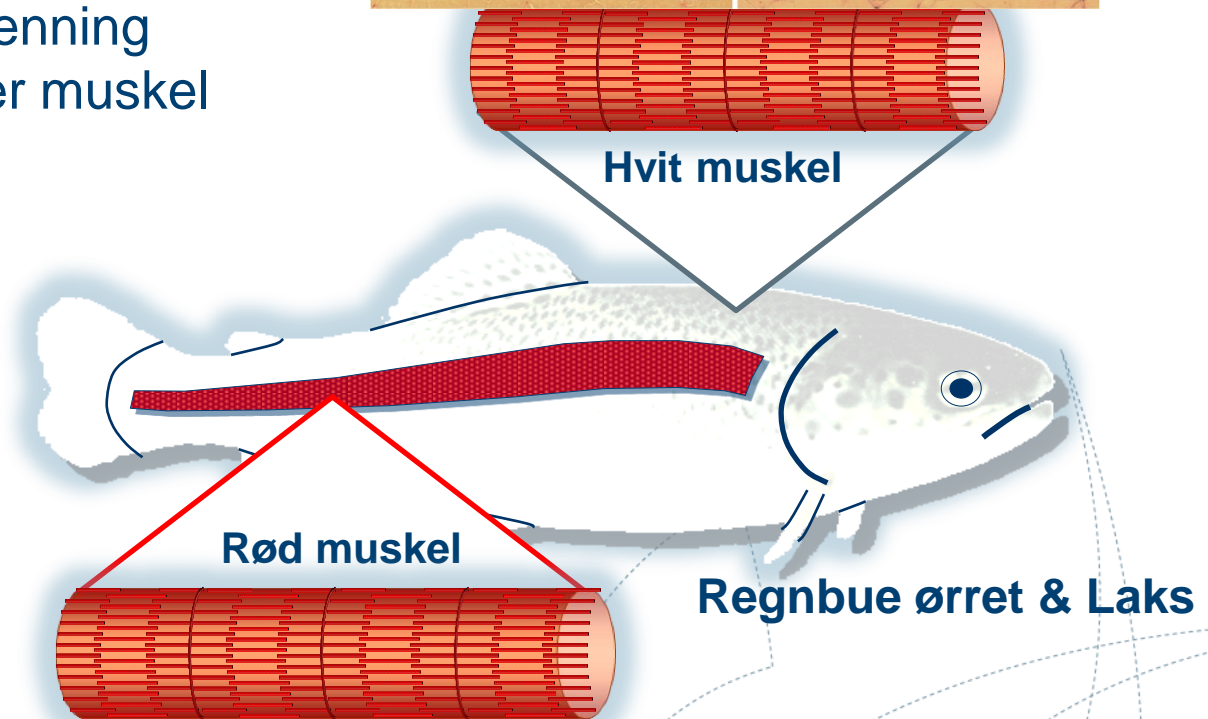
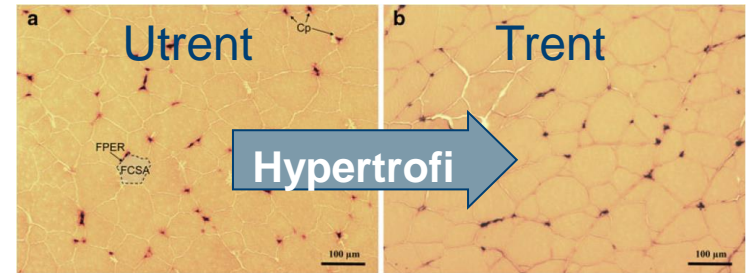
- Økt utskillelse av Veksthormon
- Lavere Kortisol nivå
- Reduserer kostnad med gassutveksling
 - RAM ventilering:
 - Fisken svømmer med åpen munn.
 - Ved moderat svømmeaktivitet er vannstrømmen over gjellene tilstrekkelig for gassutveksling uten aktiv gjellepumping
 - Regnbueørret kan spare 10% energi ved å svømme ved moderat hastighet, ca 1 KL/s



Steffensen, 1987; Barrett & McKeown, 1988 a, b, c

Hva skjer i musklene når fisken trener?

- Større muskelceller
- Bedre kontraksjonskapasitet
- Økt fettforbrenning
- Økt karbohydrat forbrenning
- Bygger protein, bygger muskel
- Bedre kapillarisering

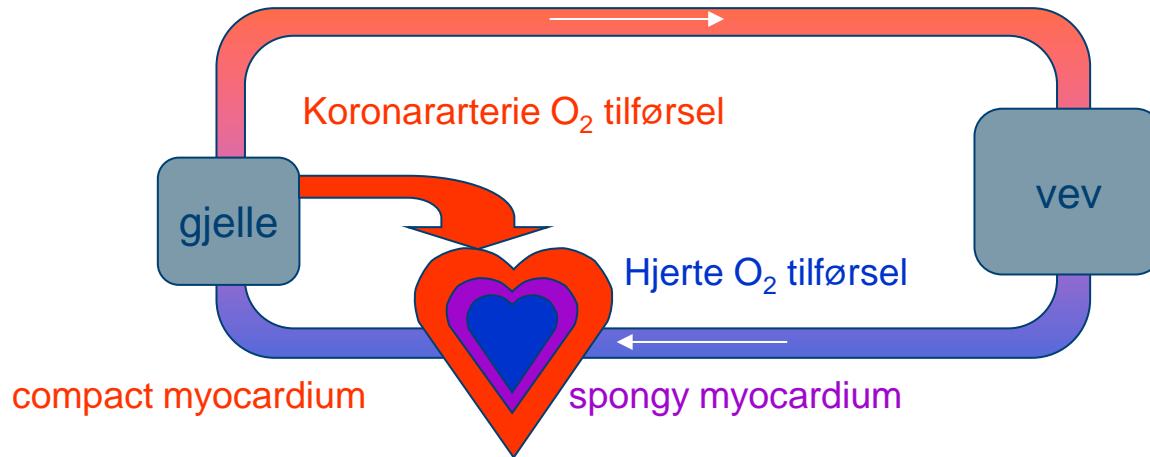


Sanger & Potscher, 2000; Bugeon et al. 2003

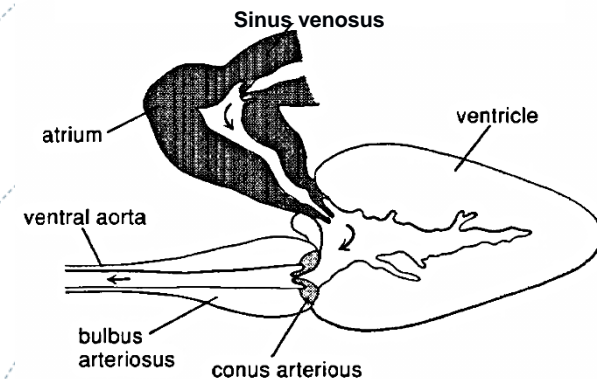
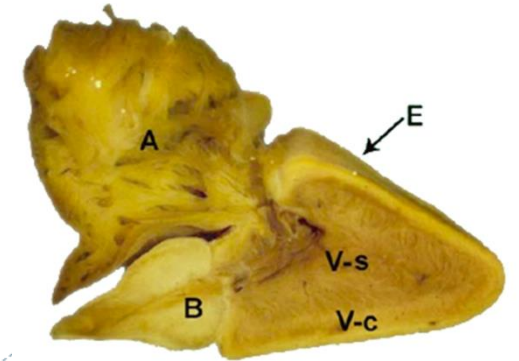
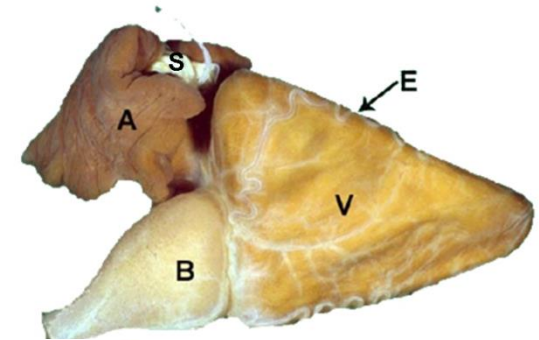
Anttila et al. 2008; Ibarz et al. 2011, Magnoni LJ & Planas JV et al, 2013

Hjerte – et målorgan for trening

Enkelt kretsløp



- Transportere:
 - O₂ til kroppens organ
 - næringsstoff til organene
- Fjerne:
 - CO₂
 - avfallsstoff



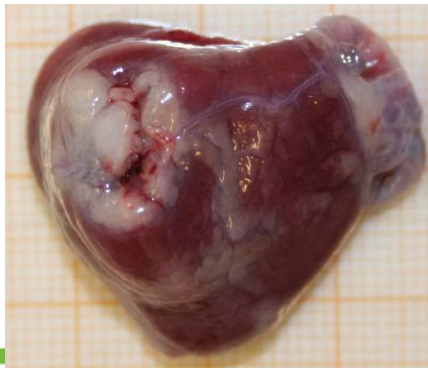
Bilder: T. Poppe; Sandblom, 2007

Næringen trenger bedre laksehjerter!

Relativt
ok hjerter



Avvikende hjerter med
fett og
bindevevsdannelse,
aneurismer og
epikarditt



Små runde
hjerter



Hjerte – et målorgan for trening

➤ HJERTEKAPASITET

$$V_{O_2} = \text{minuttvolum} = \text{slagfrekvens} \times \text{slagvolum}$$

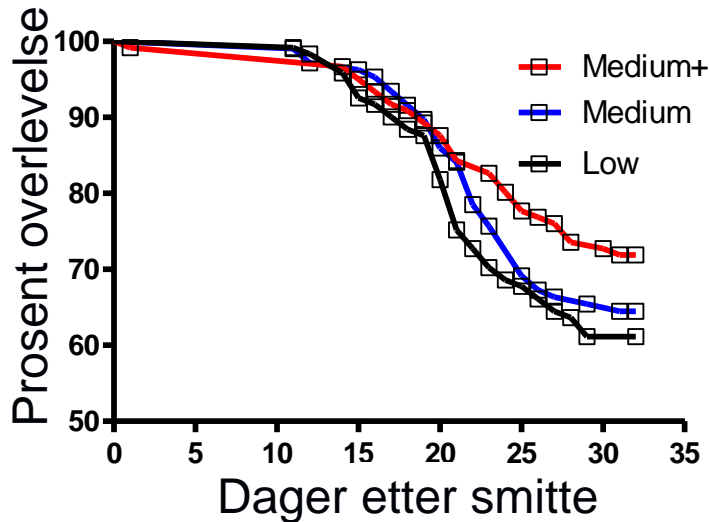


- Bedrer vi hjertekapasiteten til fisken vil det trolig ha positiv effekt på laksens mulighet til å håndtere stress og sykdom

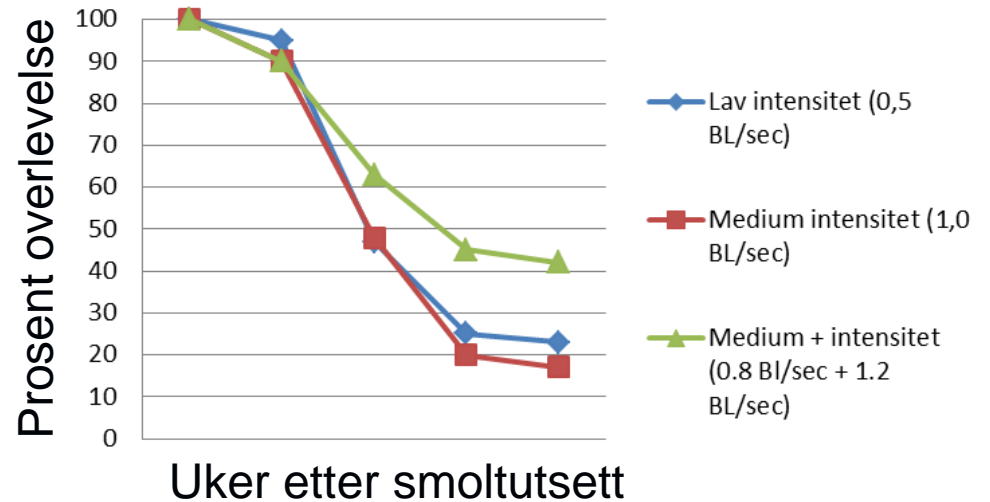
Hvilken effekt har trening på sykdomsmotstand?

Trening øker smoltens sykdomsmotstand

IPN smittetest



Naturlig utbrudd av vintersår



6 uker trening:

- Lav: 0,05 KL/s
- Middels: 0,8 KL/s
- Middels +: 0,8 KL/s, 16t
1,0 KL/s, 8t

10 uker trening:

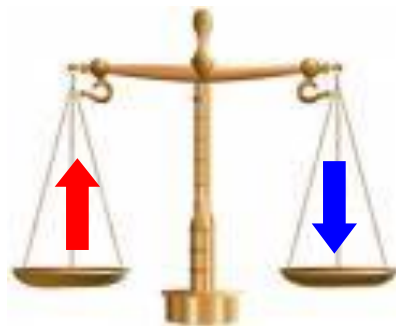
- Lav: 0,5 KL/s
- Middels: 0,8 KL/s
- Middels +: 0,8 KL/s, 12t
1,2 KL/s, 12t

Uavhengige treningsforsøk viser at aerob intervalltrening ved middels intensitet øker smoltens sykdomsmotstand mot IPN og Moritella smitte

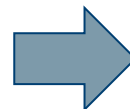
Hva er sammenhengen mellom trening og sykdomsmotstand?

Byrden med kronisk betennelse i kroppen

- Inaktivitet
- Sykelighet
- Overvekt
- Infeksjoner
- Høyt fettinntak
- Skade



Trening



Motstand mot infeksjoner

Immunsystem

Systemisk betennelse

Fettforbrenning

Visceralt fett



➤ **Hvordan er dette hos laks?**

Trening ved middels intensitet 0,8-1,2 KL/s bedrer hjertets immunkompetanse

Sammenstilling av genespresjonsdata fra hjertet hos trent smolt

Betennelse:



TNF α , Eicosanoid pathway etc.

Immunreseptorer



Evne til å respondere på patogen

Komplement:



Førstelinje forsvar:

- i) forsterke immunresponse
- ii) merke for destruering
- iii) drepe patogener

Antioksidanter:



Beskytter mot oksidativt stress
-også involvert i betennelses reaksjoner

Xenobiotics:

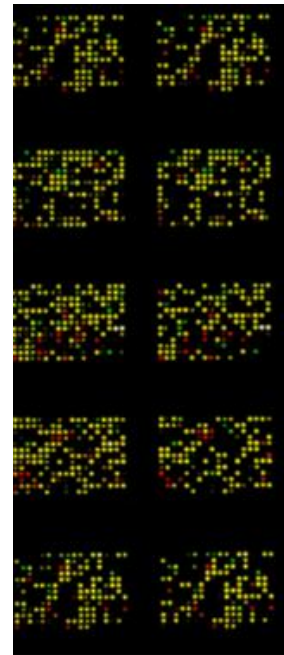


Evne til å beskytte mot giftige
komponenter

Vevsreparasjon:



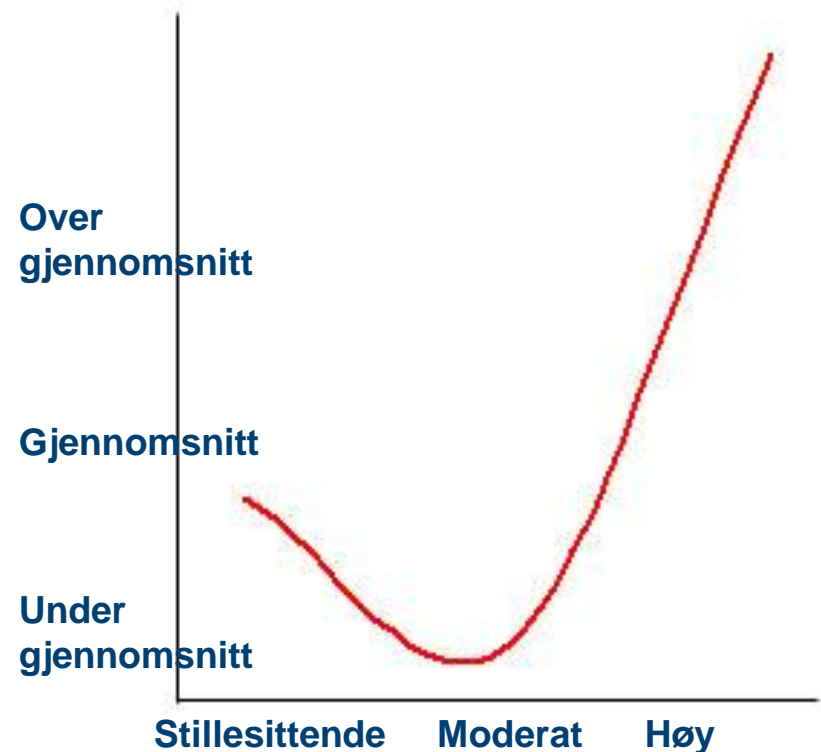
Reparasjon/remodellering/beskyttelse



Treningsintensitet og immunfunksjon

- Trening over en viss varighet og intensitet gir en midlertidig hemming av immunsystemet
- Alvorlig hemming av immunsystemet kan oppstå dersom en ikke tillater tilstrekkelig restitusjon mellom treningsøktene
- For hard trening kan resultere i kronisk aktivering av betennelses responser og sykdom

Risiko for sykdom

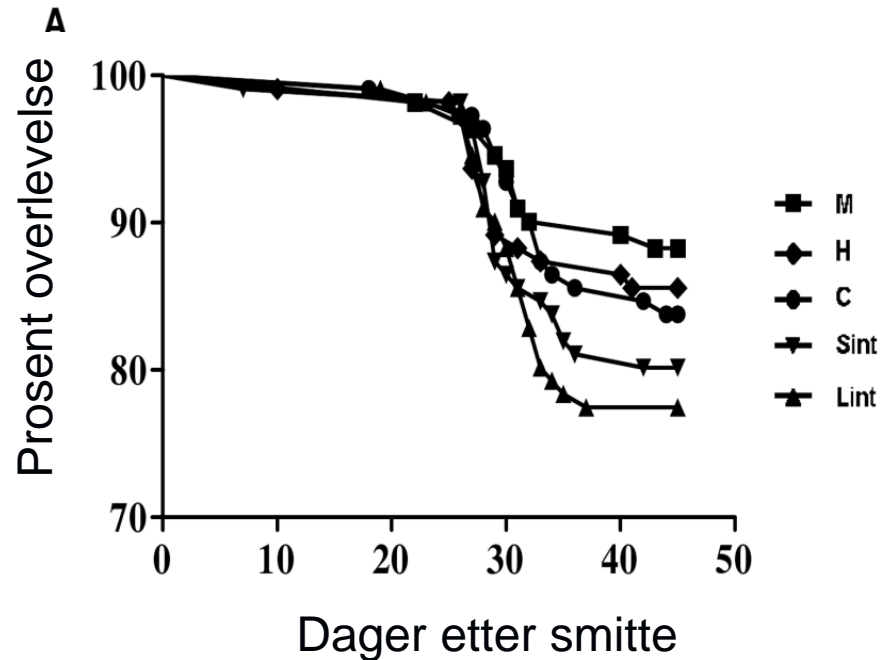


Menge og intensitet av trening

➤ **Nødvendig å identifisere optimale treningsprotokoller:
- varighet, intensitet og restitusjonsbehov**

Ikke overtren fisken din!

IPN smittetest



- **Høy-intensiv intervall trening >1,3 KL/s reduserer motstandsdyktighet mot IPN smitte**

Kan iboende svømmekapasitet si noe om robusthet?

- Svømmeutholdenhet er korrelert med stress nivå hos 12 g parr

Svømmetest



Dårlige



Gode

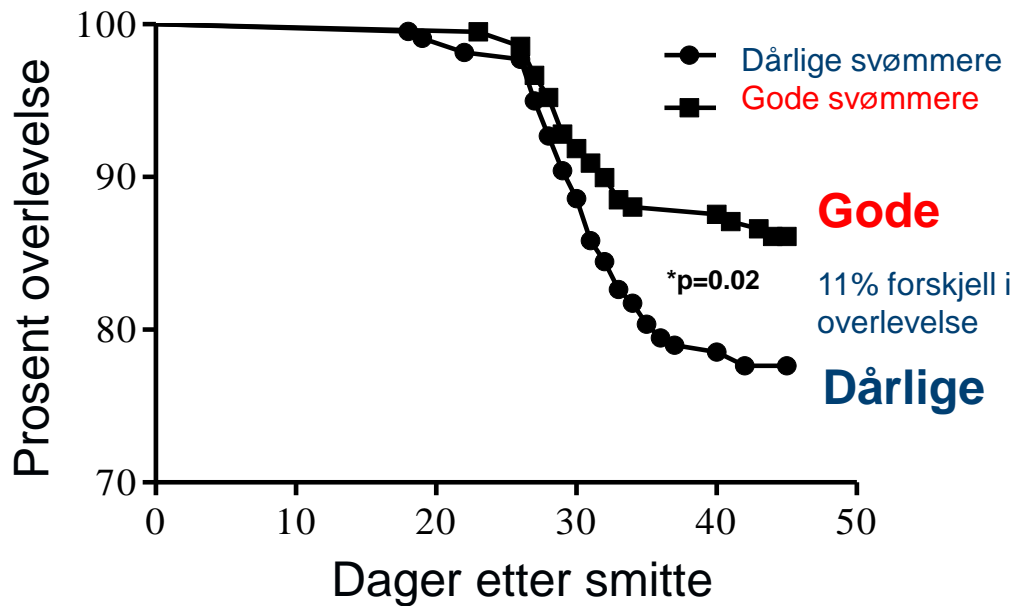
Hjerte- og gjellemorfometri (parr)

	GODE	DÅRLIGE	
Relativ ventrikkelvekt	0.95±0.05 ^a	0.80±0.05 ^b	+ 16%
Kompaktlag tykkelse (µm)/ventrikkel areal (mm ²)	16.7±0.6 ^a	13.5±0.6 ^b	+ 19%
Gjelle-lamelle lengde (µm)	81.8±2.4 ^a	70.4±1.6 ^b	+ 14%

- **Gode: høyere ventrikkelvekt, tykkere kompaktlag, lengre gjelle-lameller**
- **Forskjellene opprettholdt 15 uker etter sjøutsett**

Gode svømmere har bedre motstand mot virusinfeksjon (IPN)

IPN smittetest av post-smolt

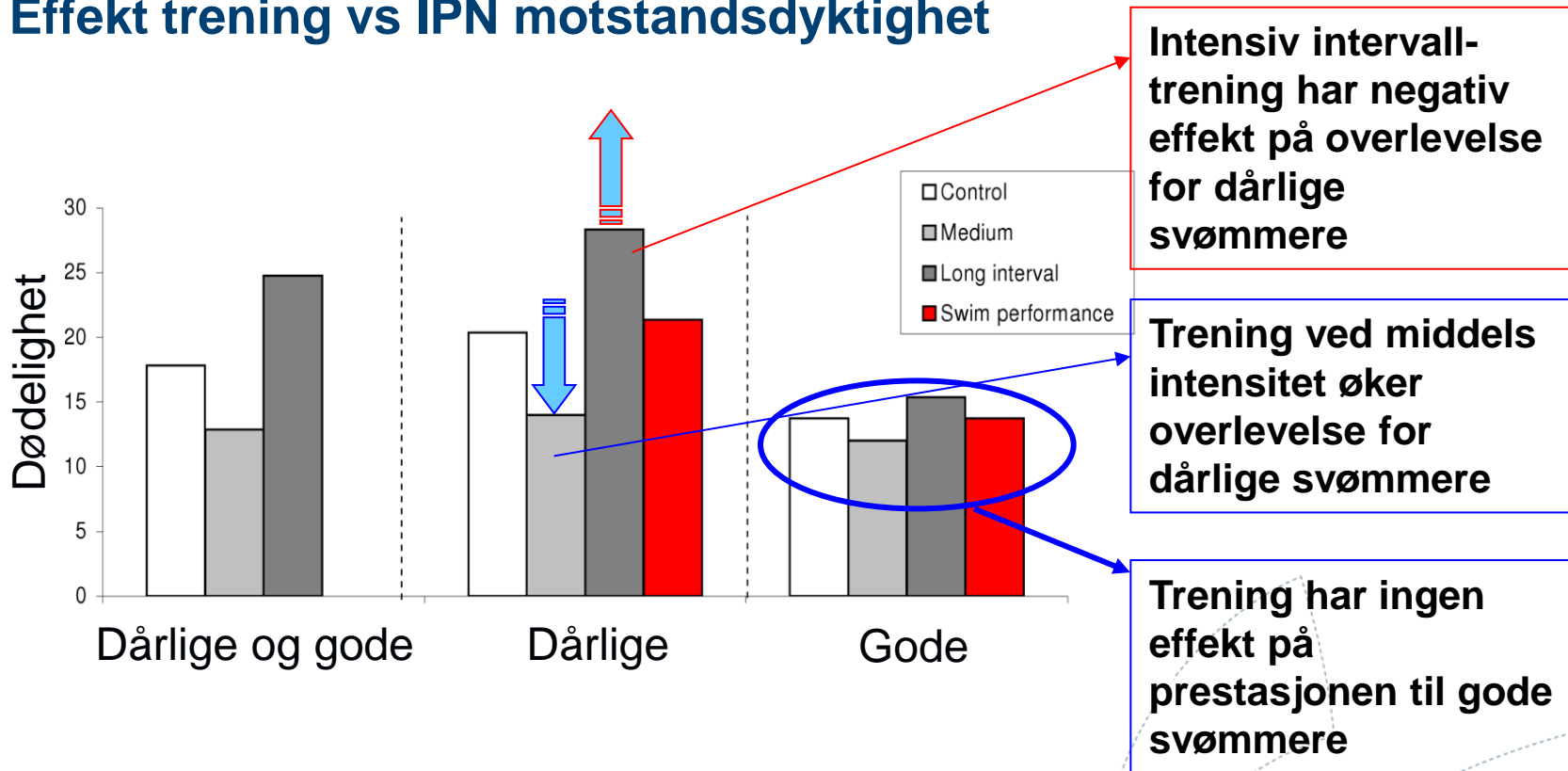


➤ Gode svømmere har bedre overlevelse mot IPN

➤ Gode svømmere har lavere infeksjonsnivå i hjerte & nyre

Fisk i dårlig form har best utbytte av trening

Effekt trening vs IPN motstandsdyktighet



Konklusjoner

- **Styring av strømhastighet for å trene smolten før sjøutsett vil trolig redusere produksjonstap i sjø**
 - Bedre sykdomsmotstand
 - Bedre hjertekapasitet og vaskularisering
 - Bedre vekst
- **Yngelen kan trenes fra og med endt start-fôring**
 - Hastighet på 1,5 KL/s gav gode resultat
- **Trening av yngel gir trolig mulighet til å ha større hastighet gjennom smoltifiseringen < 2 KL/s**
- **Flere bedrifter sier nå at de jobber aktivt med å kontrollere vannhastighet i karene**
- **Viktig med god oppfølging for å evaluere strømstyring for å oppnå maksimal effekt**

CtrlAQUA: Senter for lukkede akvakulturanlegg

Film: Robust fisk i lukkede anlegg



Takk for oppmerksomheten!

Kontaktinformasjon:
Harald Takle
Dr. scient., Seniorforsker
Epost: harald.takle@nofima.no
Telefon: 911 19 945

Key external partners:
-Tony Farrell, UBC, Canada
-Guy Claireaux, UBO, France
-Katja Anttila, UTU, Finland
-Torstein Kristensen, UIN

Finansiert av FHF, NFR og Nofima