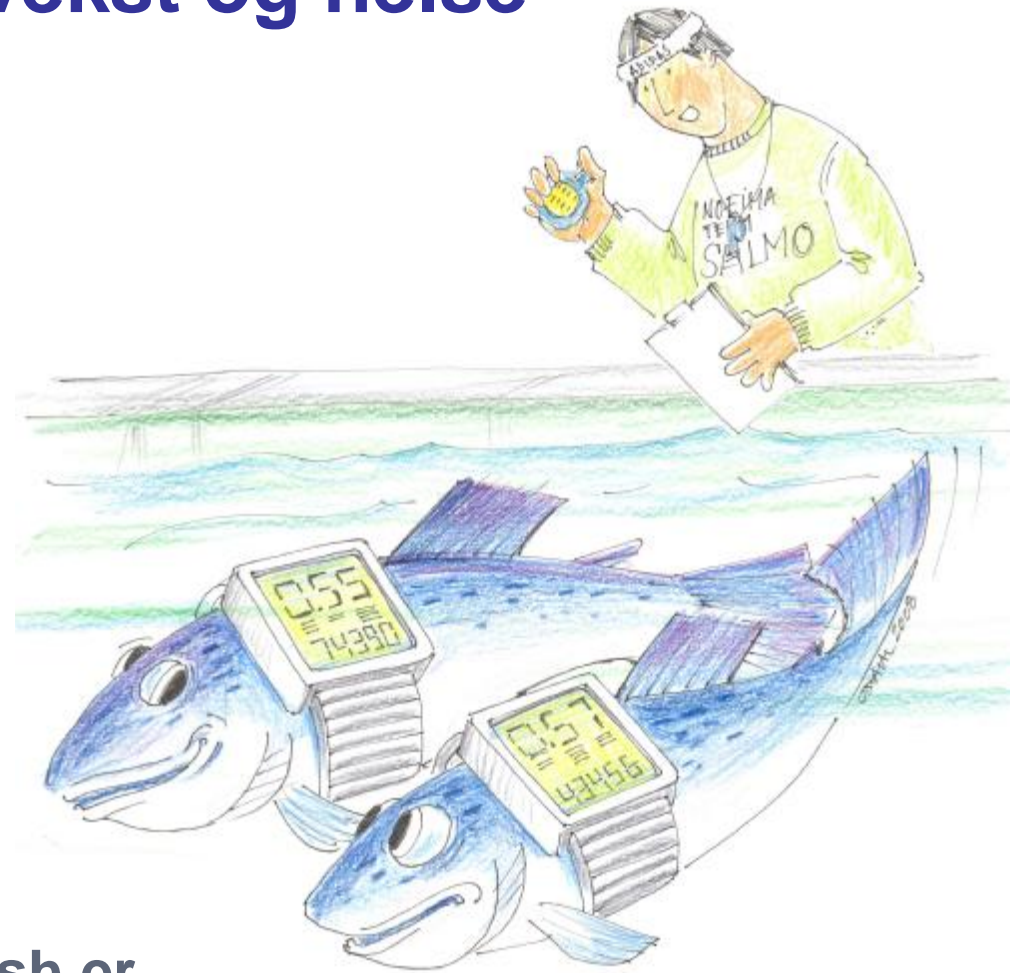


Optimalisering av trening for å styrke laksens robusthet, vekst og helse

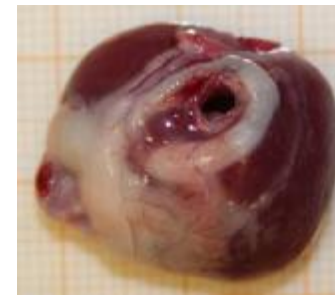
Harald Takle



TrenFisk og FitnessFish er
finansiert av FHF og NFR

Næringens fokus

- Laksenæringen har et kontinuerlig fokus på å redusere dødelighet
 - Ø Bedre økonomi og omdømme
- 15% dødelighet i sjø 2008 (Fiskeridirektoratet) (~5.5 milliarder NOK)
 - IPN
 - Vintersår
 - ILA
 - PD
 - HSMB
 - CMS
 - Lus
 - Hjertefeil, inkl epikarditt



Ø Målet er å bedre laksens robusthet!

Hva er en Robust Fisk?

Definisjon på robust fisk:

En robust fisk har **sterk sykdomsmotstand** mot virus, bakterier og parasitter, god evne til å **takle ulike miljøendringer**, samt evne til å **kombinere rask vekst med normal utvikling** av kroppens organsystem.

Ø En robust fisk vil yte bedre:

- Raskere vekst med bedre fôrutnyttelse
- Mer motstandsdyktig mot sykdom
- Bedre velferd

Hvordan forbedre robustheten?

- Avl
- Oppdrettsmiljø
- Ernæring
- Produksjonsstrategi

Nofima og FHF har etablert:

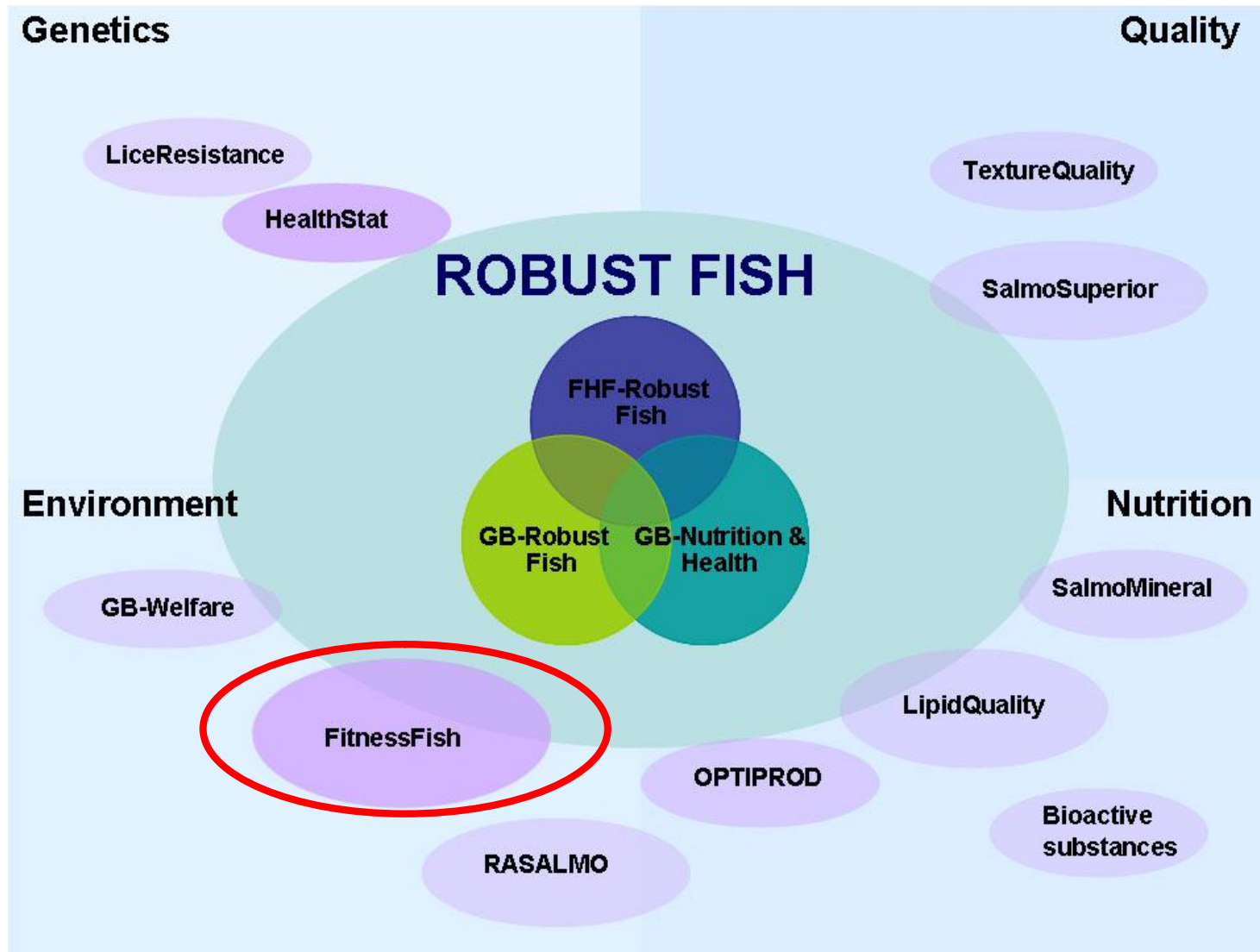
- Strategisk satsing på robust fisk

- **Målet er å fremskaffe kunnskap, utvikle nye metoder og bygge kompetanse som bidrar til økt overlevelse av oppdrettslaks i sjø**

Hovedutfordring: Hva kjennetegner en robust laks?

- Bygge opp kunnskap som gjør at vi spesifikt kan definere karakteristikkene til en robust laks
- Ø Karakteristikkene kan måles og dermed brukes som verktøy til å predikere robusthet til en oppdrettspopulasjon

Strategisk satsing på robust fisk



Mål for FitnessFish

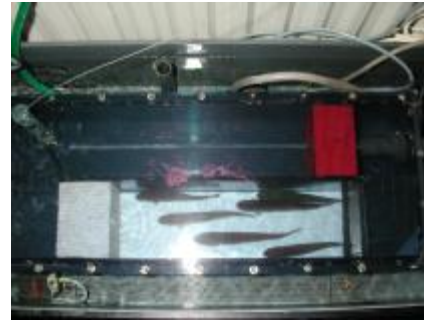
- Optimalisere de positive effektene av aerob trening for å bedre vekst, hjertekapasitet og helse hos laks
 - Teste ulike treningsprogram
 - Evaluere ulike tester og markører
 - Kunnskapsoppbygging på treningseffekter hos fisk



Treningsfysiologi og helse

-tilnærming til system biologi

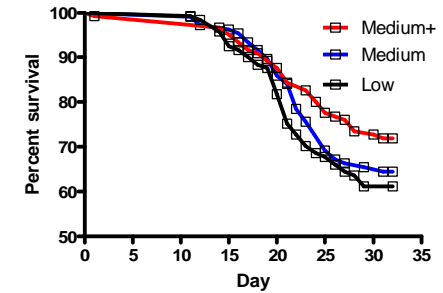
Respirometri



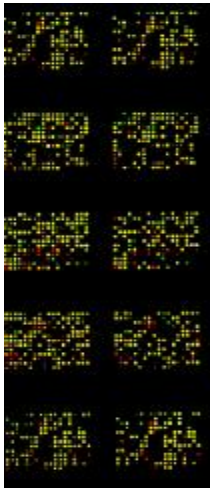
Treningsforsøk



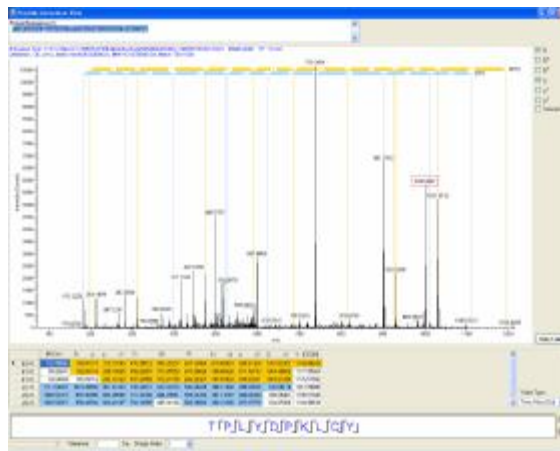
Utfordringstester



Genomikk



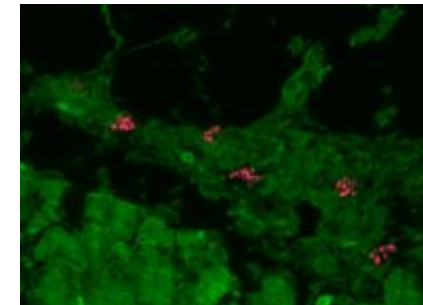
Proteomikk



Metabolomikk



Histologi

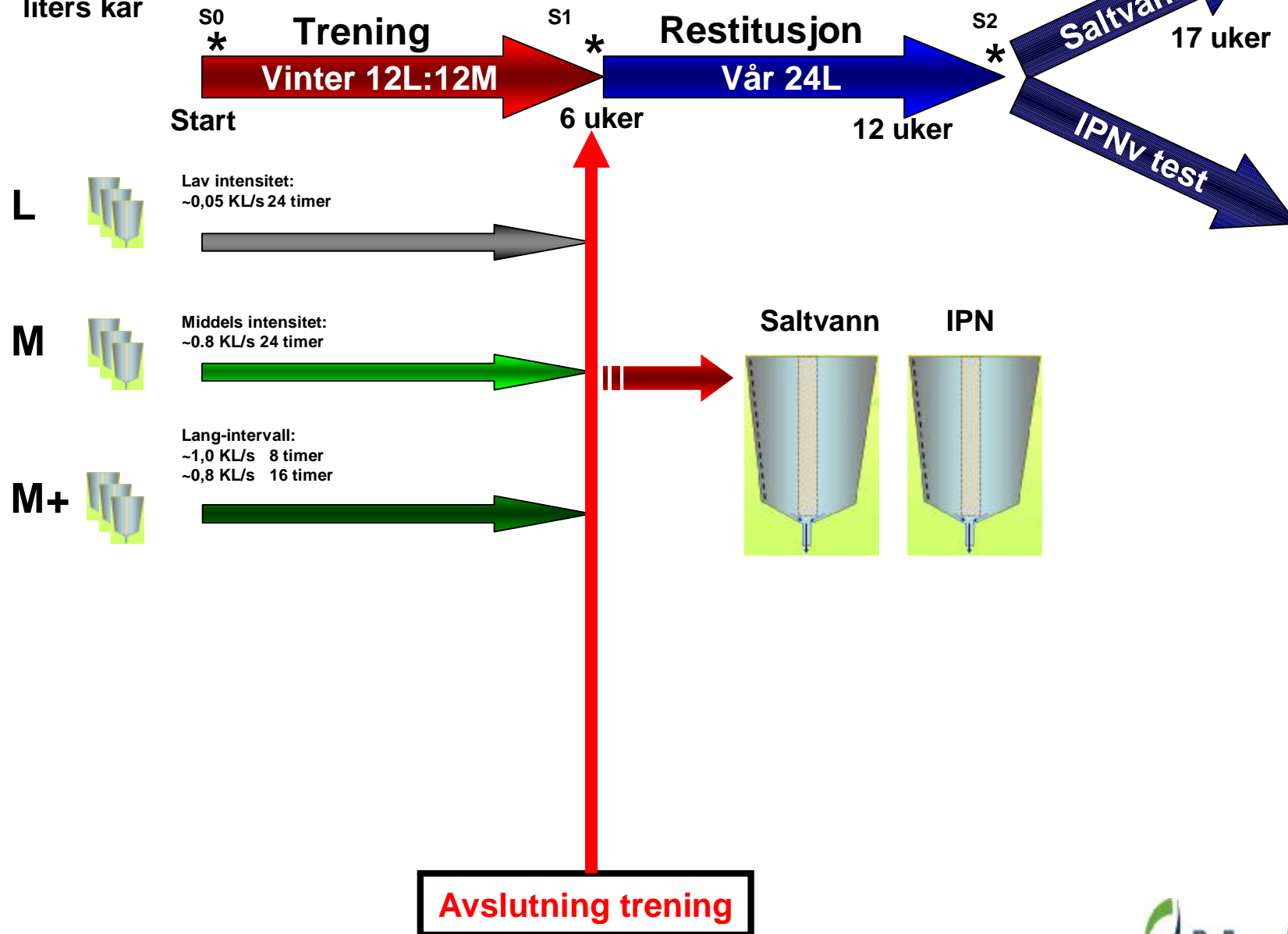


VEGF i epikard

~50 g 120
fisk per 500
liters kar

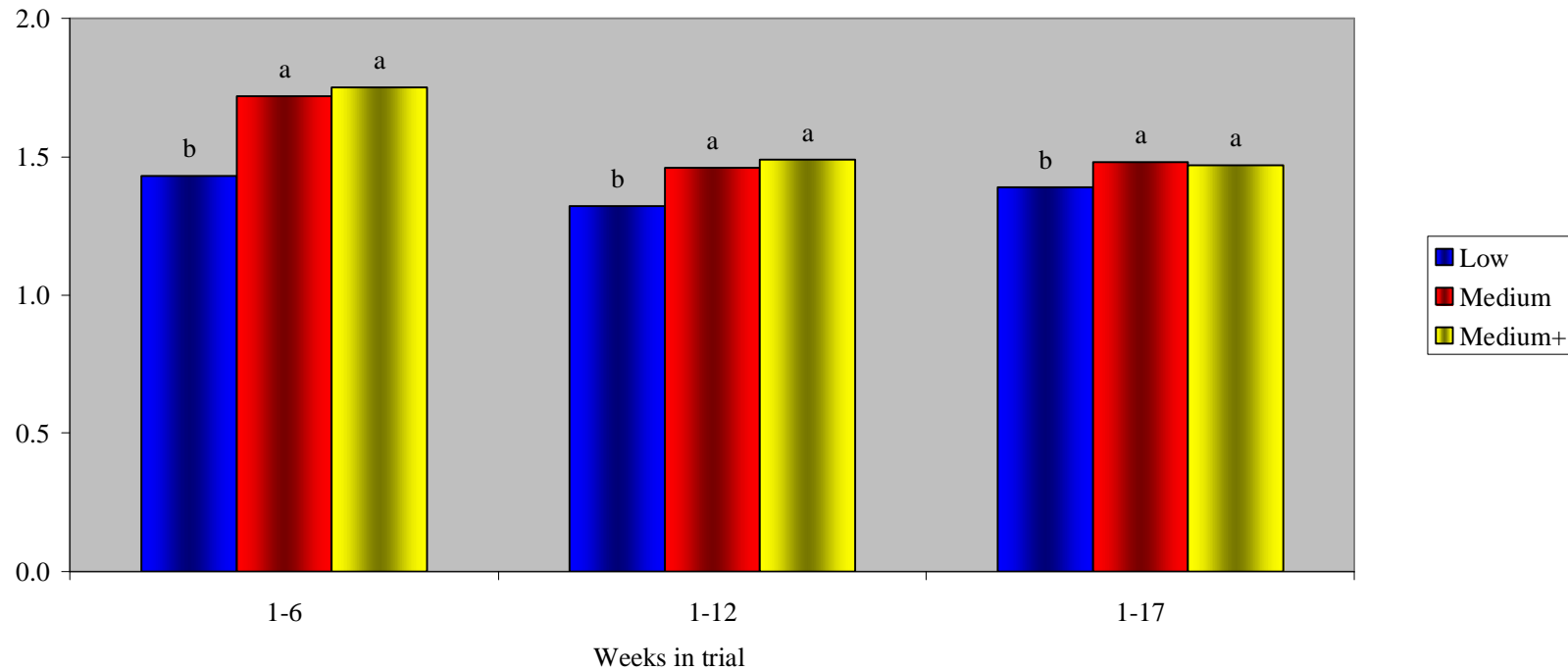
Oversikt forsøk 1

* Prøvetaking



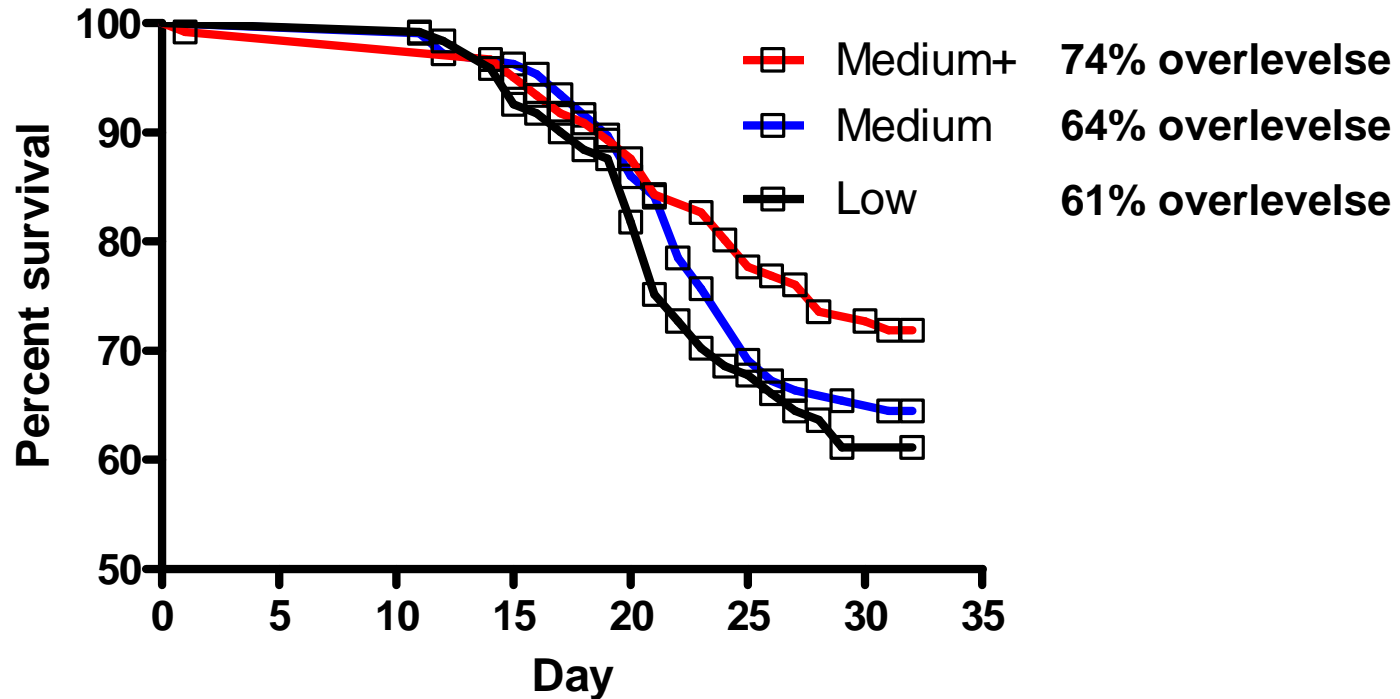
Vekst

Thermal Growth Coefficient



- Veksthastigheten forbedret med 20-22% hos trent fisk
- Fôrutnyttelse ikke påvirket

IPNv smittetest

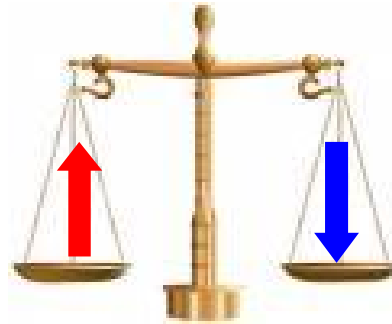


- Kan bedre overlevelse hos trent fisk forklares med endringer i betennelsesnivå og immunsystem?
- Kan forskjeller i overlevelse mellom M og M+ fisk forklares med endringer i genaktivitet?

Trening og immunsystemet

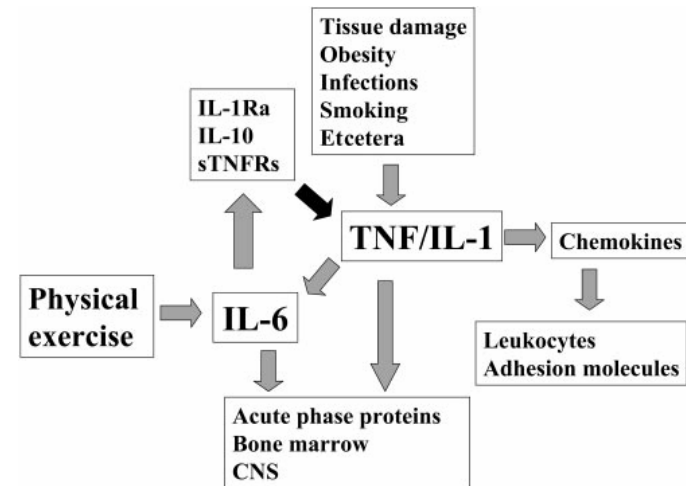
Systemisk betennelse er en byrde for kroppen

- Inaktivitet
- Sykdom
- Overvekt
- Infeksjoner
- Høyt inntak fett
- Skade



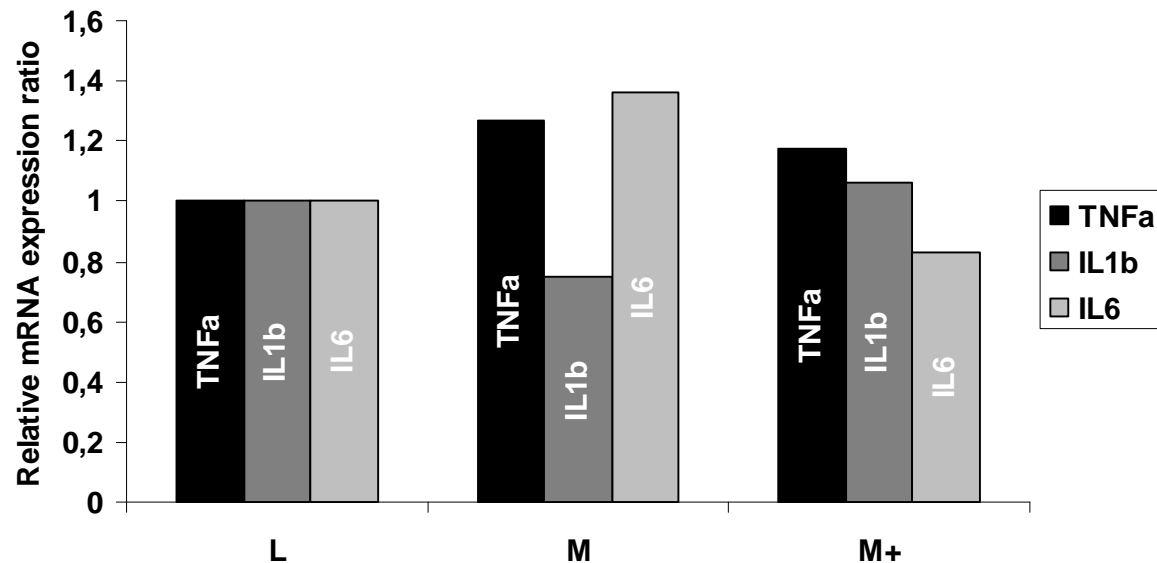
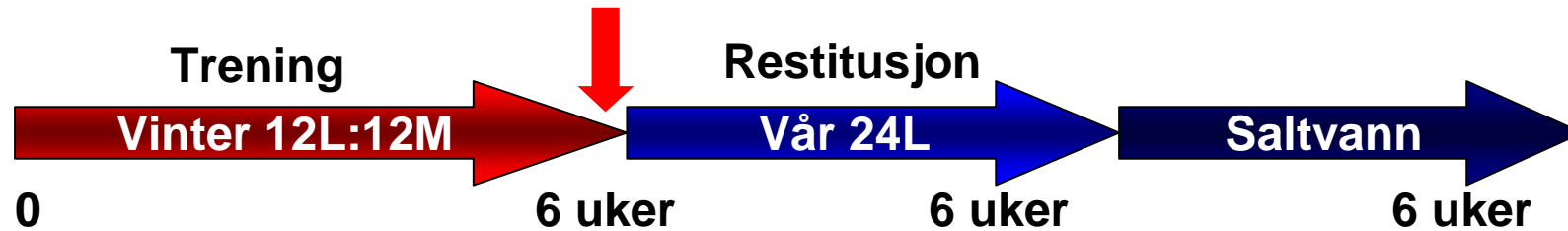
- Trening

- Menneske:
 - Under trening: $\text{TNF}\alpha$, $\text{IL-1}\beta$ and IL-6
 - Restitusjon: $\text{TNF}\alpha$, $\text{IL-1}\beta$ and IL-6



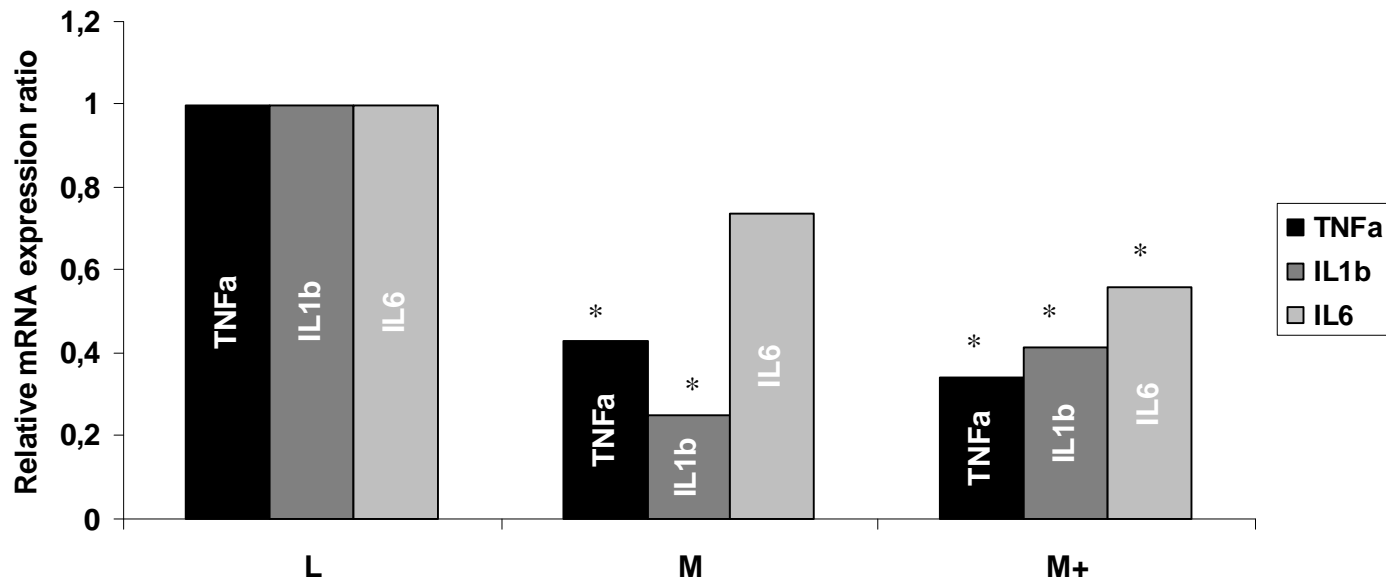
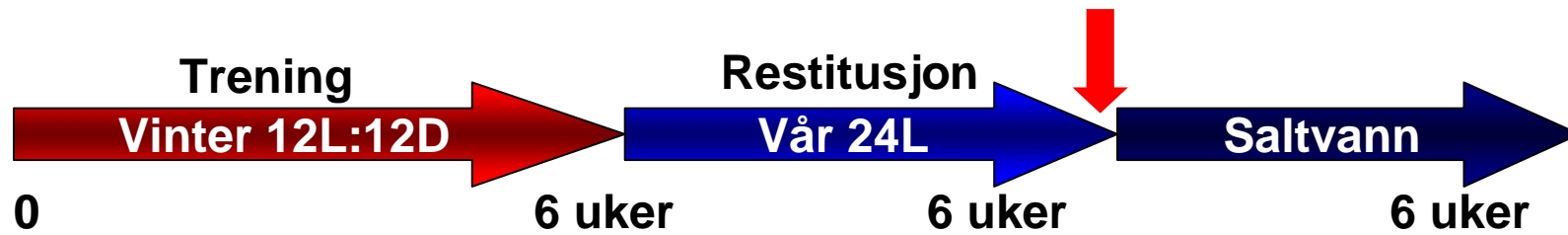
Ø Hvordan er dette hos laks?

Trening og immunsystemet



- Ingen signifikante forskjeller mellom gruppene
- Fisken tilsynelatende adaptert til treningen

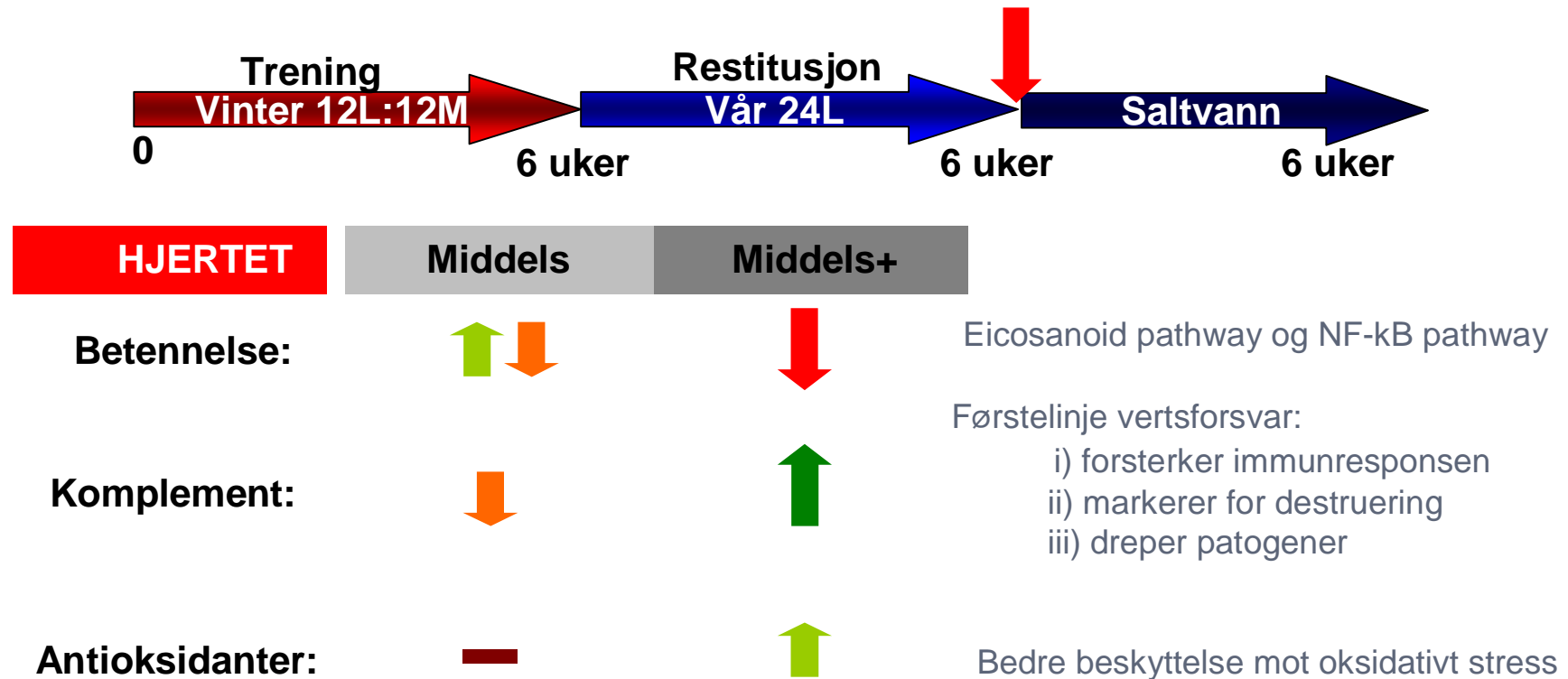
Trening og immunsystemet



- Redusert nivå av betennelses markører

Ø Forbedret sykdomsmotstand

Microarray



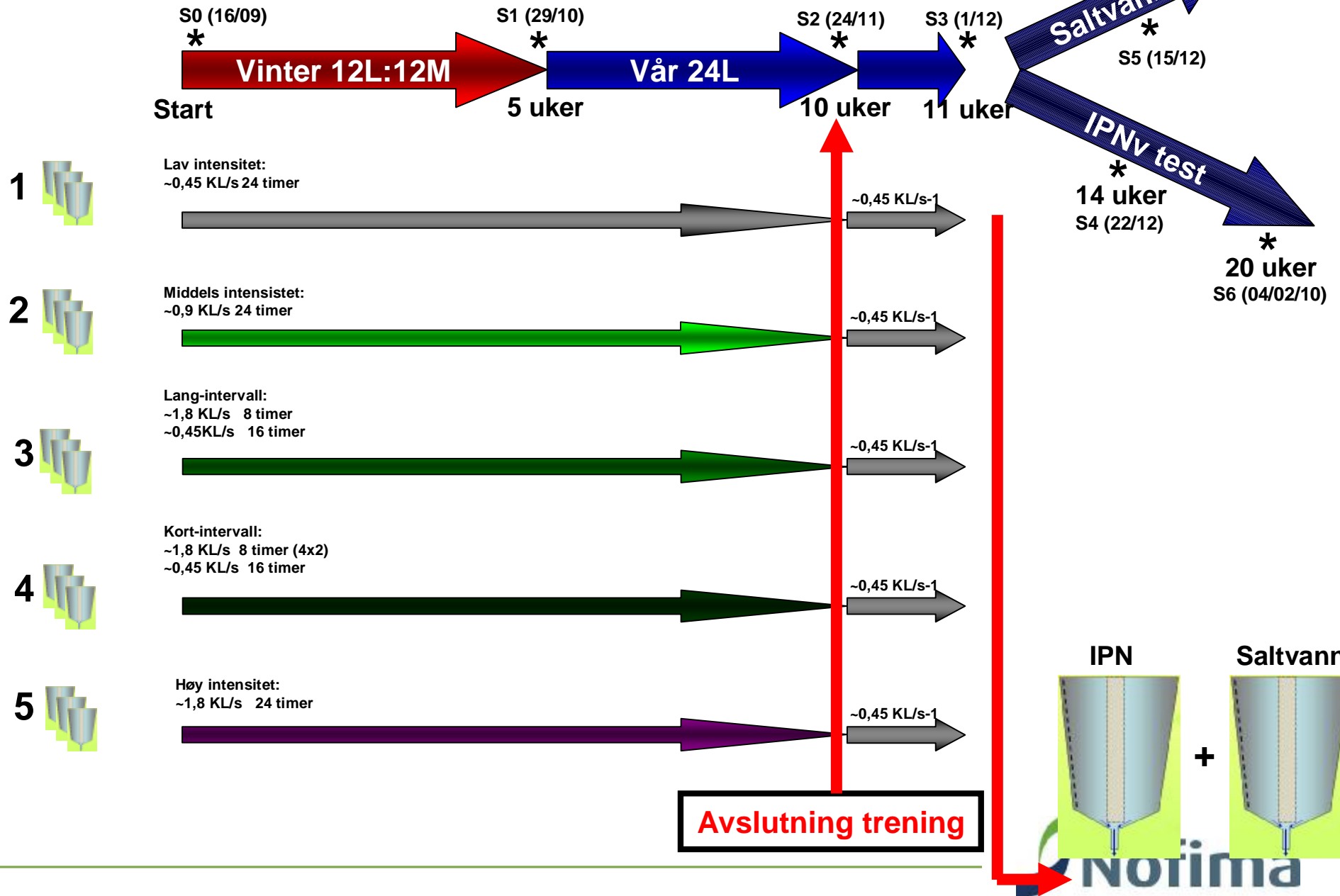
Ø Bedre overlevelse hos trent fisk kan forklares med endret ekspresjon av betennelsescytokiner og immun relaterte gener

Ø M+ trening hadde en mer positiv effekt på genprofilen enn M treningsregimet

~35 g 87 fisk per
500 liters kar

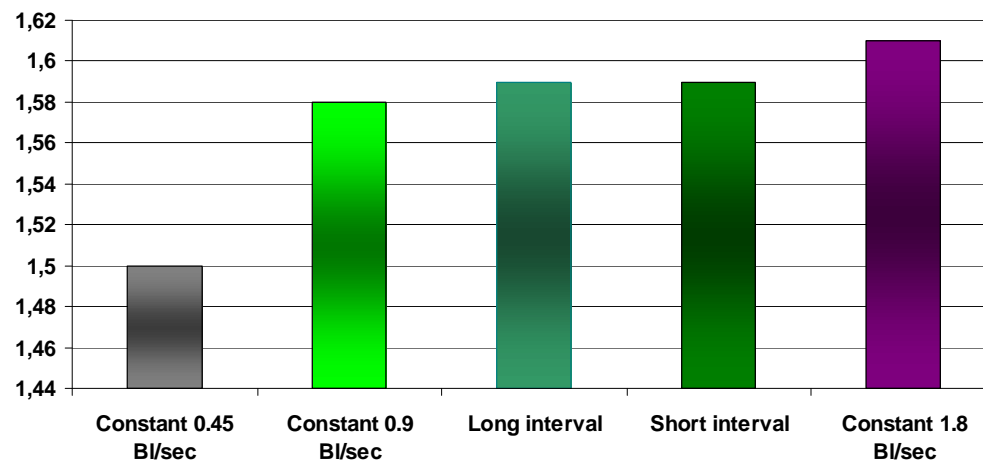
Oversikt forsøk 2

* Prøvetaking

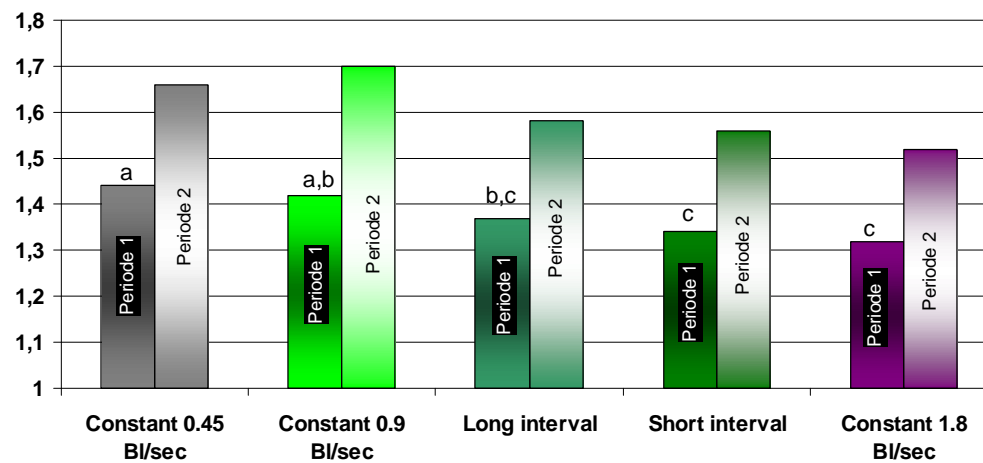


Vekst og fôrutnyttelse

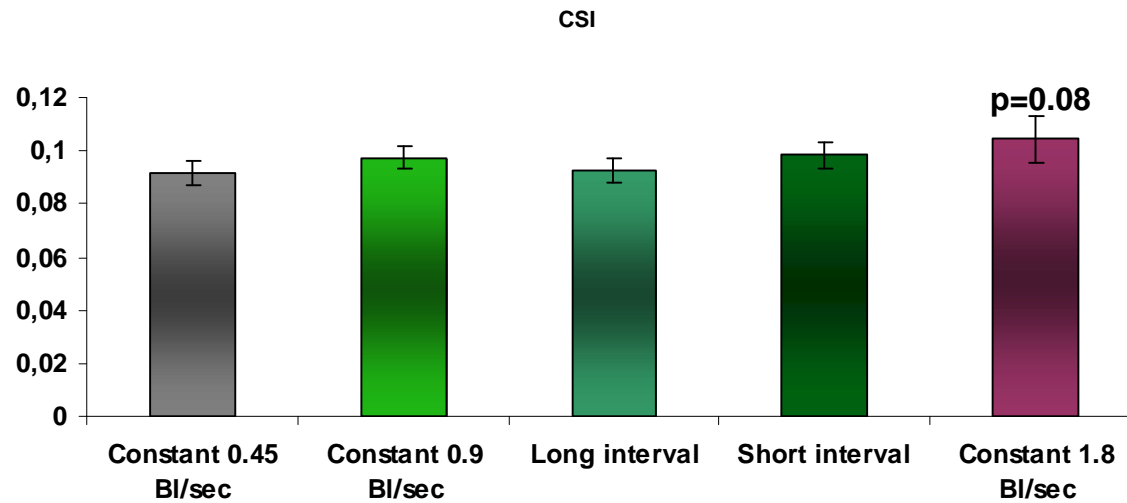
TGC



Feed efficiency

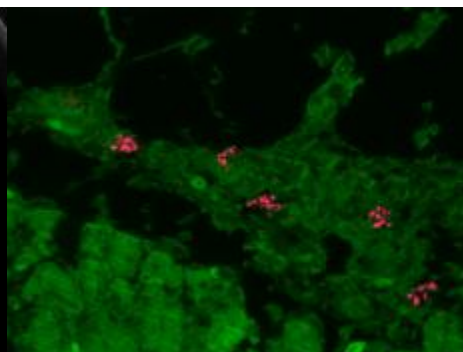


Hjerteindeks



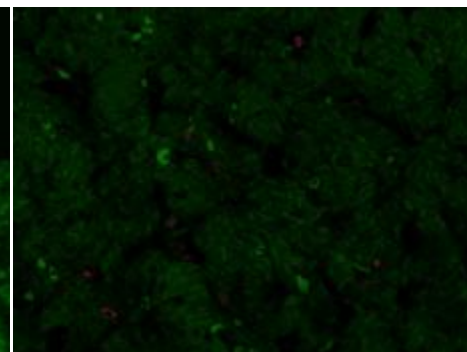
Ø En eventuell forbedring i hjertekapasitet er knytta til bedring av hjertets kontraksjonsevne og økt slagvolum

Vaskularisering



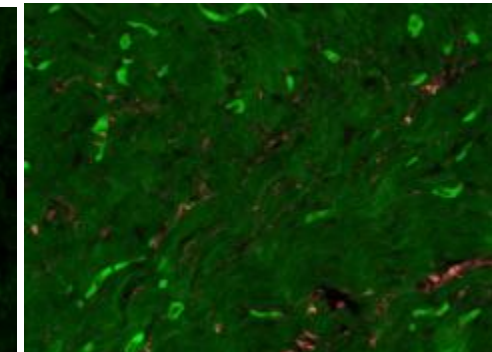
VEGF i epikard

Muskelvekst

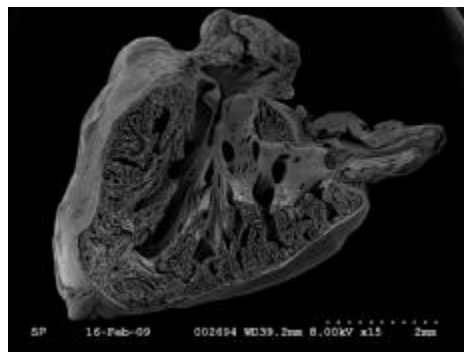


MyoD i compactum

Remodellering

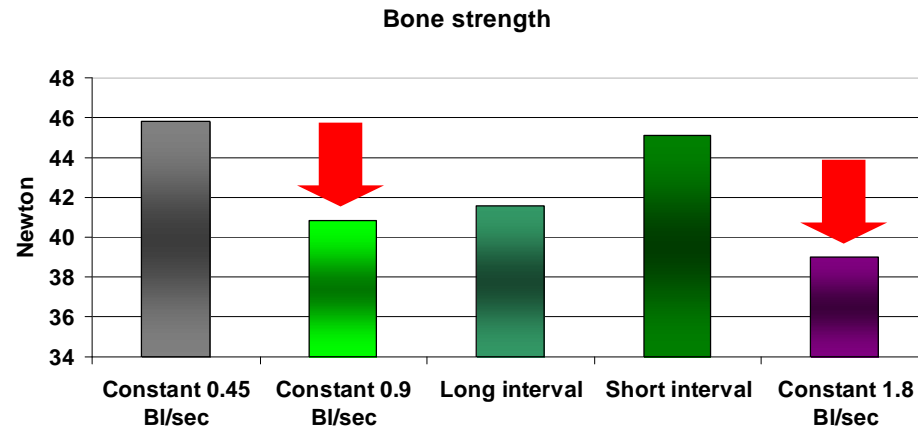


Collagen komp/spong



EM av hjertet

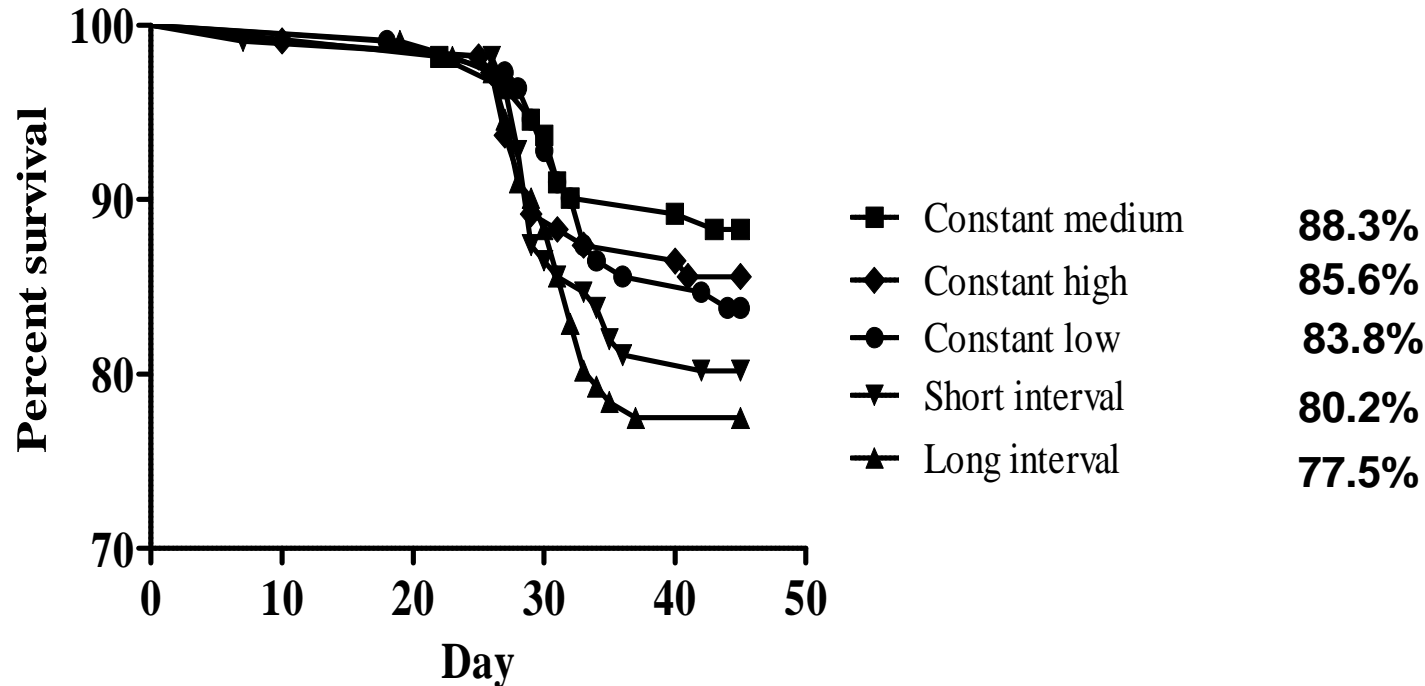
Beinkvalitet etter 10 uker med trening



- ü Rask vekst fører til mykere bein
- ü Virvelsøyler som ikke får nok tid til mineralisering og "modning" har større risiko for å utvikle deformiteter!
- ü Konstant 0,9 og 1,8 Kroppslengde/ sekund:
 - Ø Lavere nivå av P og Ca
 - Ø Lavere nivå av gener involvert i mineralisering og modning av bein
- Ø Viktig å ha kontroll på temperatur og mineralinnhold i fôret for å unngå virvelfusjoner

Hvordan gikk det i smittetesten?

IPNV smittetest

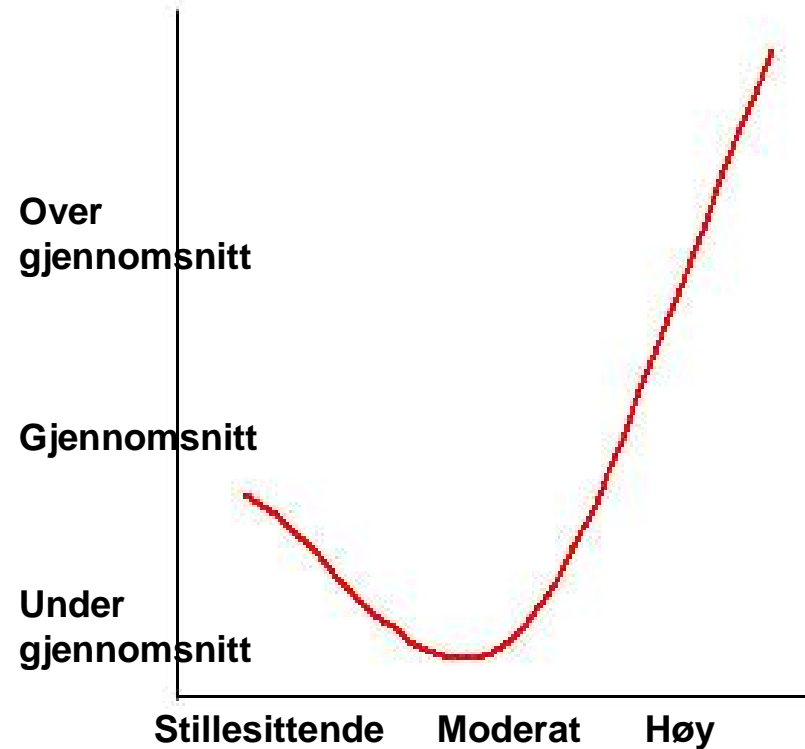


- Ø 11% forskjell i overlevelse mellom beste og dårligste gruppe
- Ø Strømningsforhold og hastighet har kanskje større betydning enn tidligere antatt
- Ø Trening rundt 1 KL/sec det beste?
- Ø Resultatene vil bli fulgt opp med gen- og proteinekspresjonsstudier

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



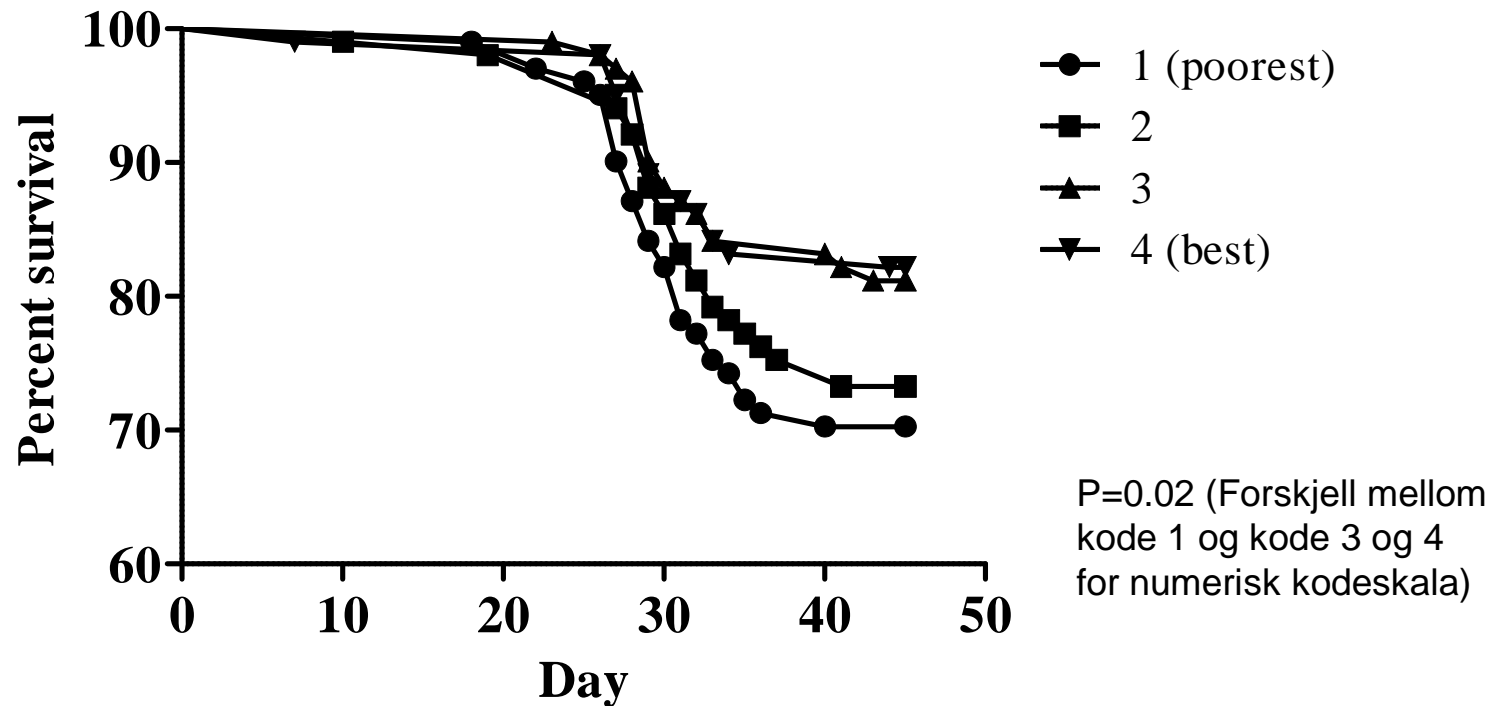
Menge og intensitet av trening

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

Svømmekapasitet som mål for robusthet

- **Mål:**
 - Å identifisere i hvilken grad iboende fysiologisk yteevne påvirker sykdomsmotstand
- **Metode:**
 - Sorterte parr basert på svømmeevne i masse svømmetest (ca 150 fisk per test)
 1. **Veldig dårlig**
 2. **Dårlig**
 3. **God**
 4. **Veldig god**
 - Evaluere svømmetesten som diagnostisk verktøy ved å smitte fisken med IPN etter sjøutsett

Svømmekapasitet kan være et godt mål for robusthet



- 10-15 % bedre overlevelse hos gode svømmere!
- Virus responsive gener lavere uttrykt hos gode svømmere
- Ø Utbredelse av virus er lavere hos gode svømmere
 - mekanisme ukjent

Konklusjoner



- Trening har positiv effekt på:
 - Vekst
 - Sykdomsmotstand:
 - Men; varighet, intensitet og restitusjon er viktig for optimal effekt!
 - Hjertefunksjon
 - Fiskevelferd
- Svømmekapasitet kan muligens brukes som mål for robusthet
- Viktig å forstå de underliggende mekanismene for bedret sykdomsmotstand
- **Ø** bedre forståelse av hva som karakteriserer en robust fisk!

Takk for oppmerksomheten!

**Harald Takle¹, Vicente Castro¹, Barbara Grisdale-Helland¹,
Torstein Kristensen², Anthony Farrell³, Jan Helgerud⁴, Guy Claireaux⁵,
Brit Tørud⁶, Alekseï Krasnov¹ & Ståle J. Helland¹**

¹Nofima Marin, ²NIVA, ³University of British Columbia, ⁴NTNU Medisin, ⁵University of Brest, ⁶Aakvik Settefisk

Andre eksterne partnere: VESO, IRIS, University of Glasgow, University of Miami

