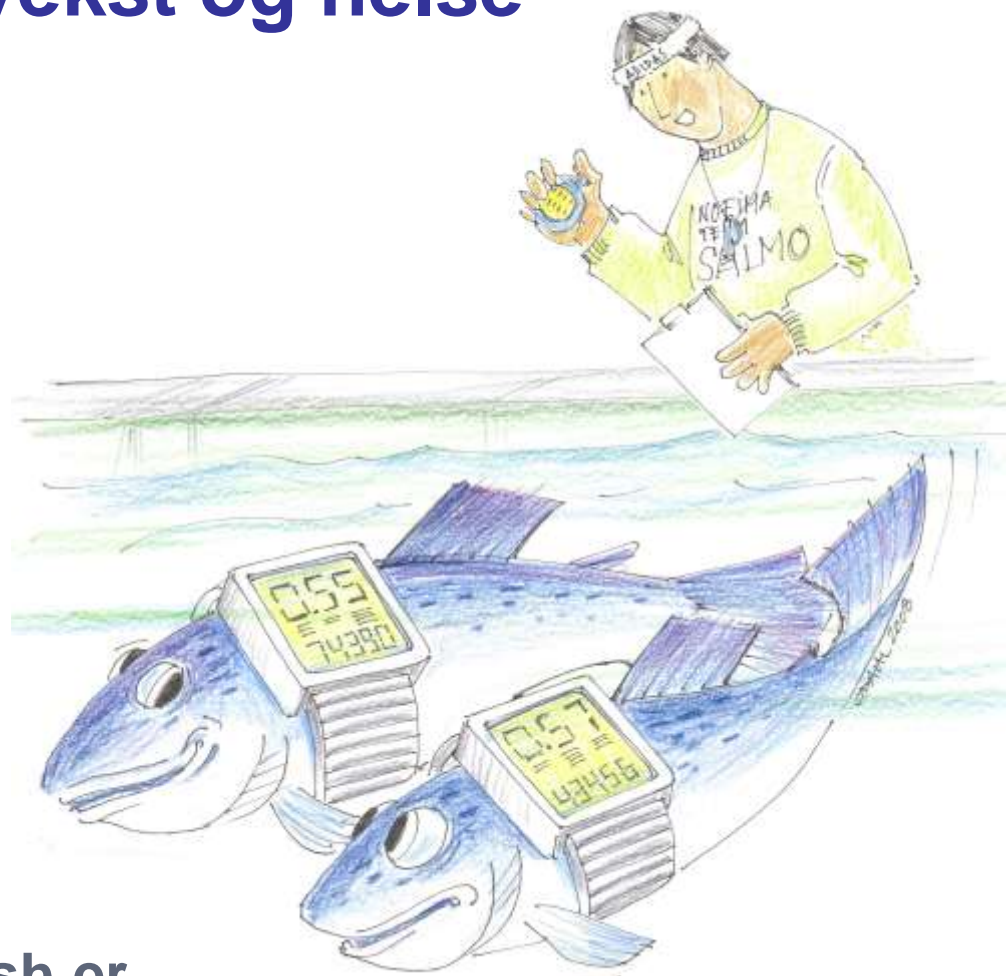


# Optimalisering av trening for å styrke laksens robusthet, vekst og helse

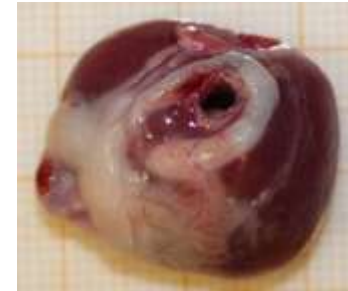
Harald Takle



TrenFisk og FitnessFish er  
finansiert av FHF og NFR

# Næringens fokus

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



➤ 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.

- **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:**

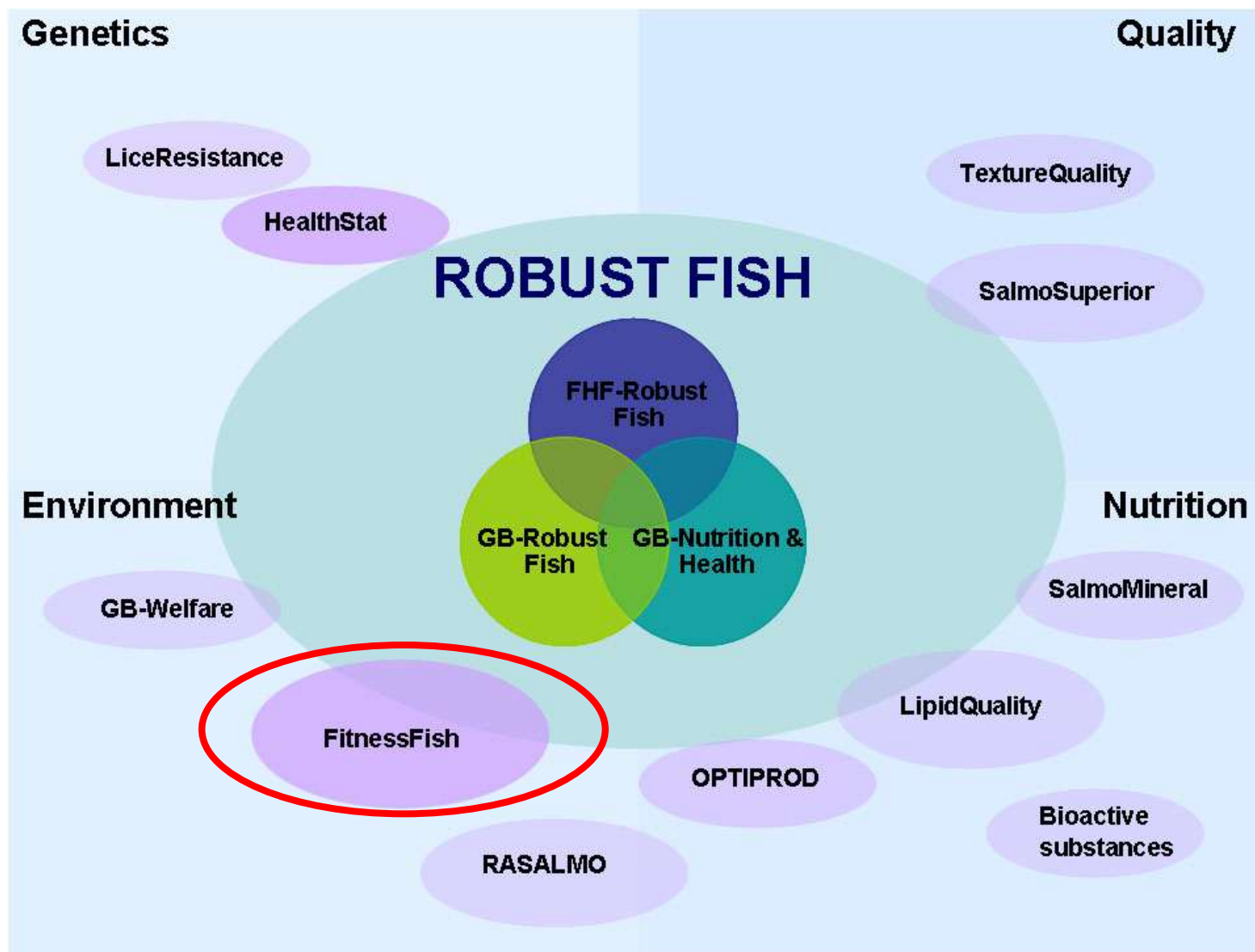
## **- Strategisk satsing på robust fisk**

- **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 karakteristikene til en robust laks
- 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



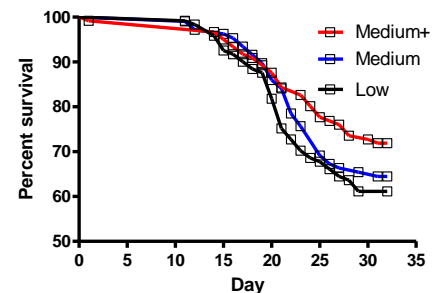
# Treningsfysiologi og helse

-tilnærming til system biologi

## Respirometri



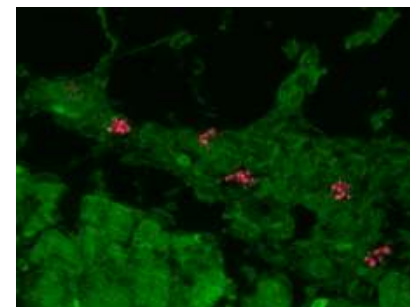
## Utfordringstester



## Treningsforsøk

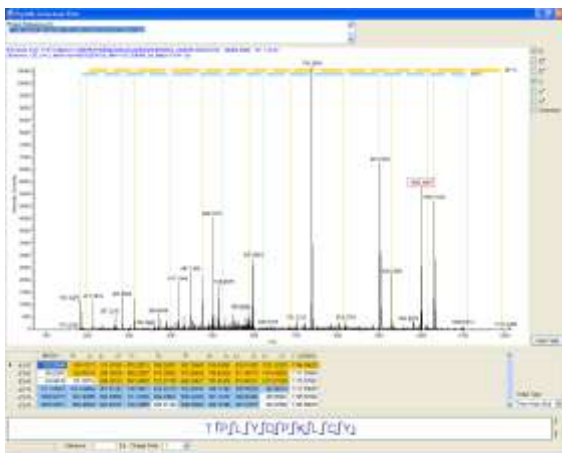


## Histologi



VEGF i epikard

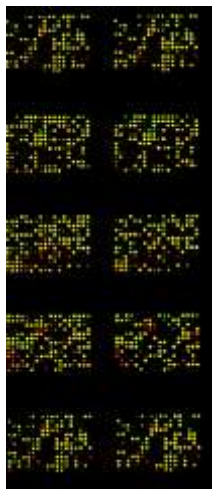
## Proteomikk



## Metabolomikk



## Genomikk



~50 g 120  
fisk per 500  
liters kar

# Oversikt forsøk 1

\* Prøvetaking



L



Lav intensitet:  
~0,05 KL/s 24 timer



M



Middels intensitet:  
~0.8 KL/s 24 timer



M+

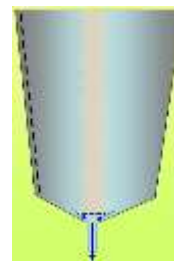


Lang-intervall:  
~1,0 KL/s 8 timer  
~0,8 KL/s 16 timer



Saltvann

IPNV

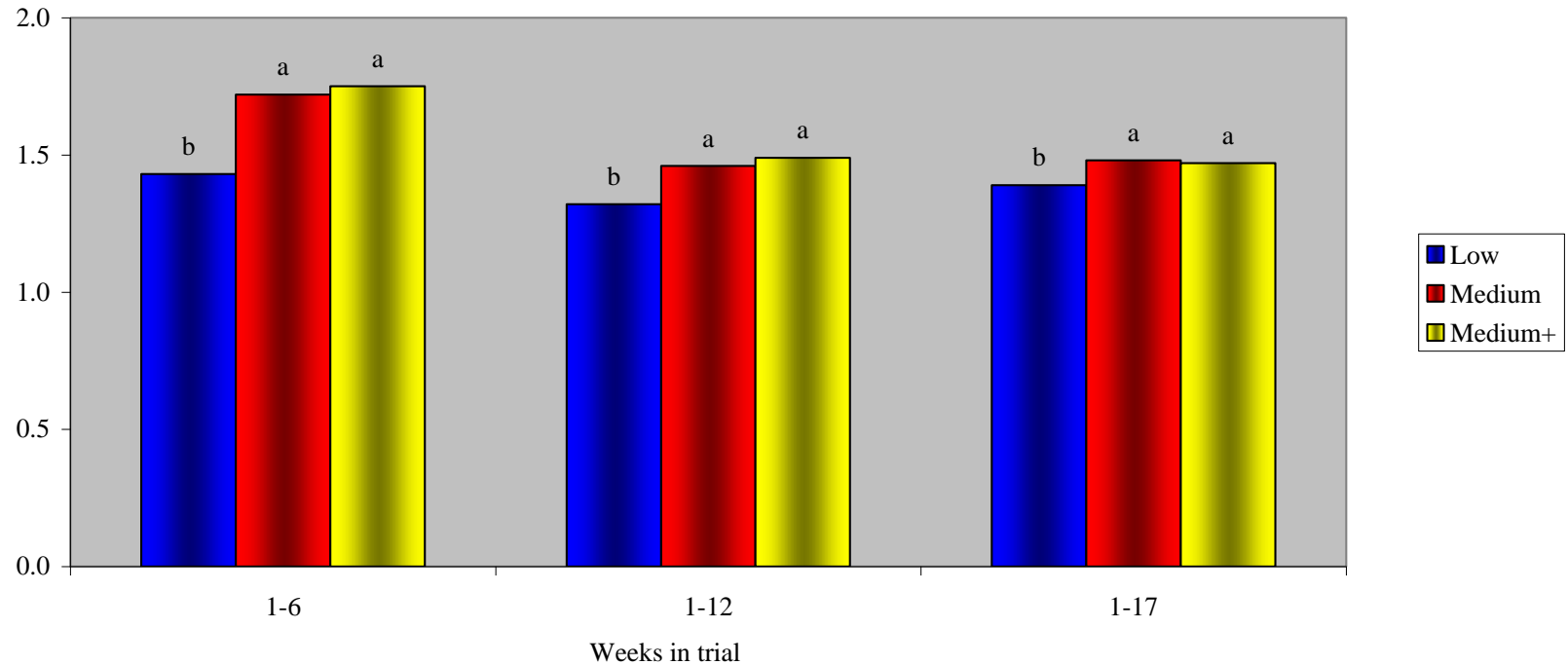


**Avslutning trening**



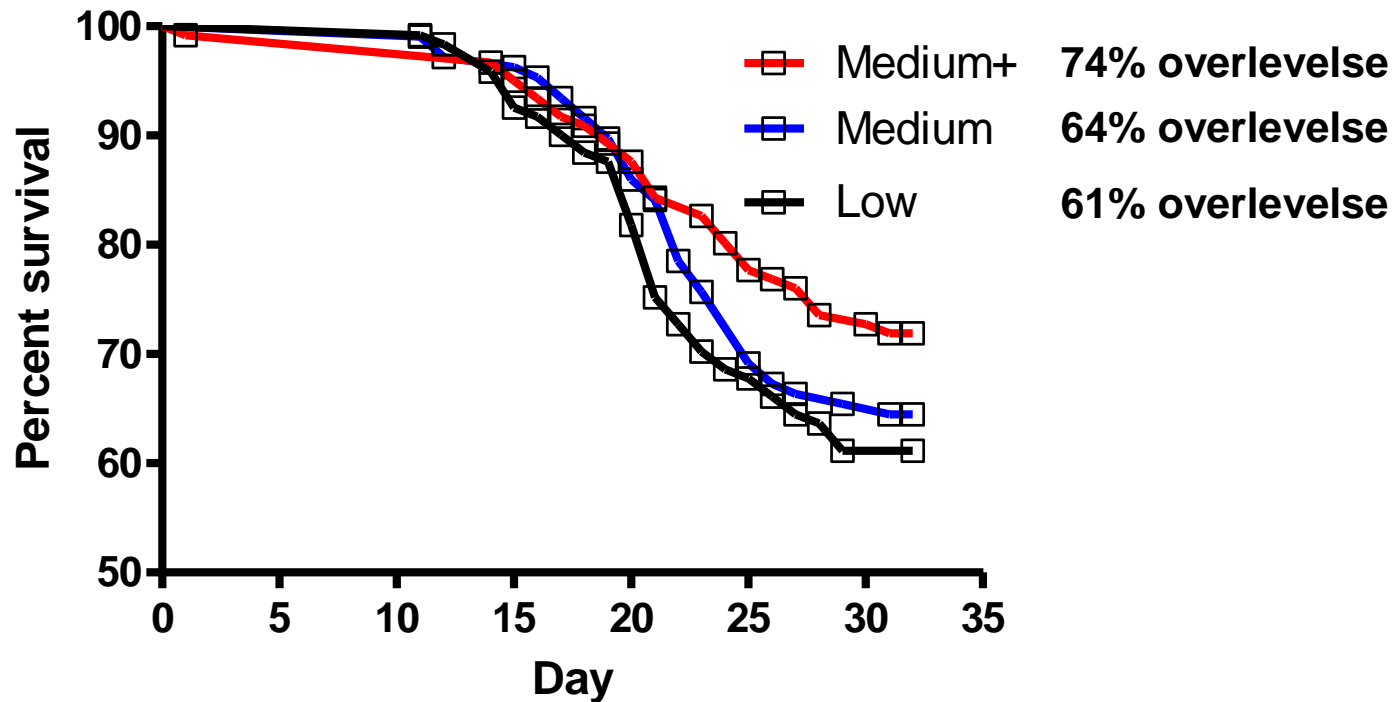
# Vekst

Thermal Growth Coefficient



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

# IPNv smittetest

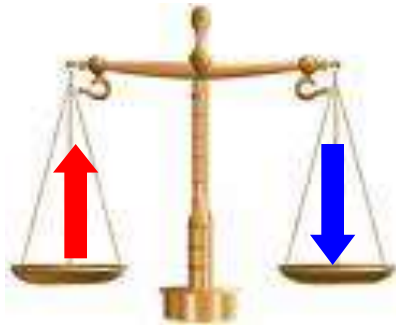


- Kan bedre overlevelse hos trent fisk forklares med endringer i betennelsesnivå og immunsystem?
- Kan forskjeller i overlevelse mellom M og M+ fisk forklares med endringer i genaktivitet?

# Trening og immunsystemet

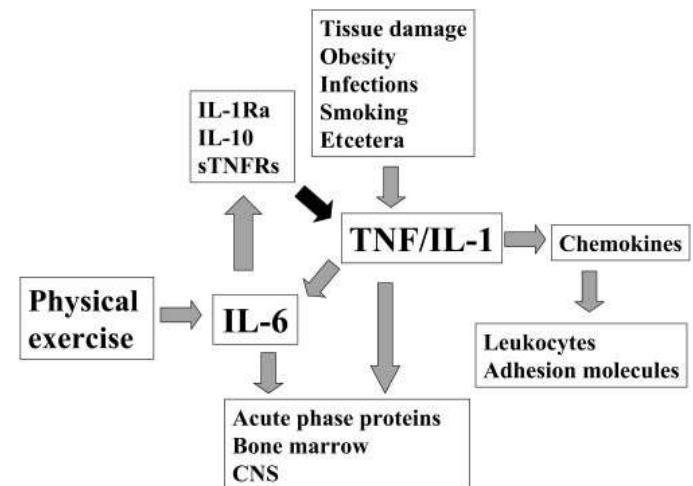
## Systemisk betennelse er en byrde for kroppen

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



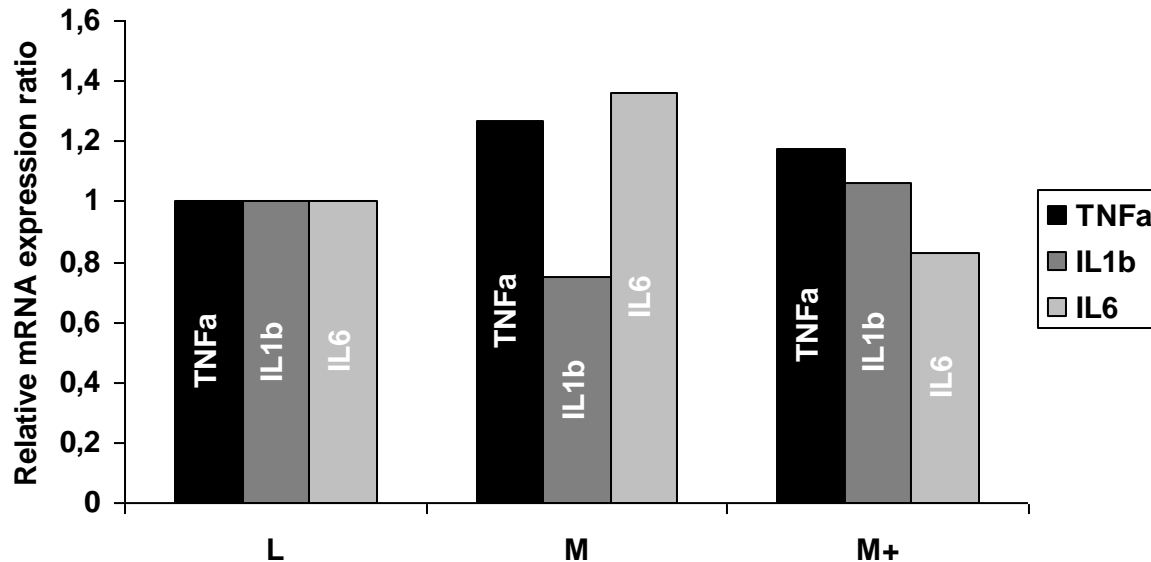
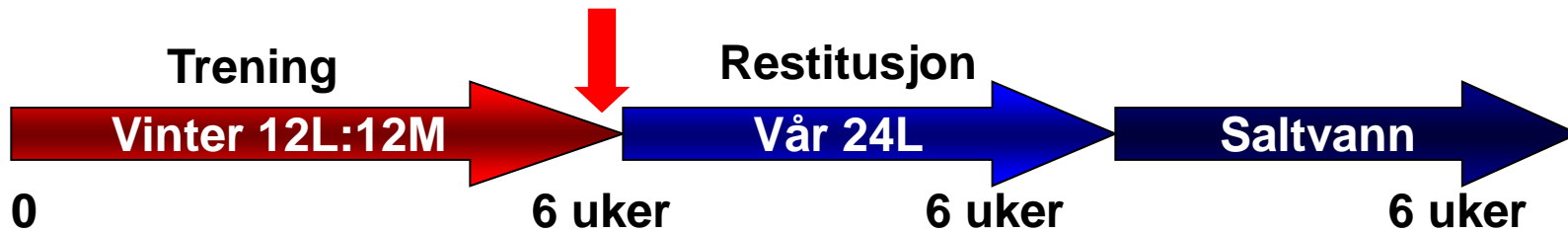
- **Trening**

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



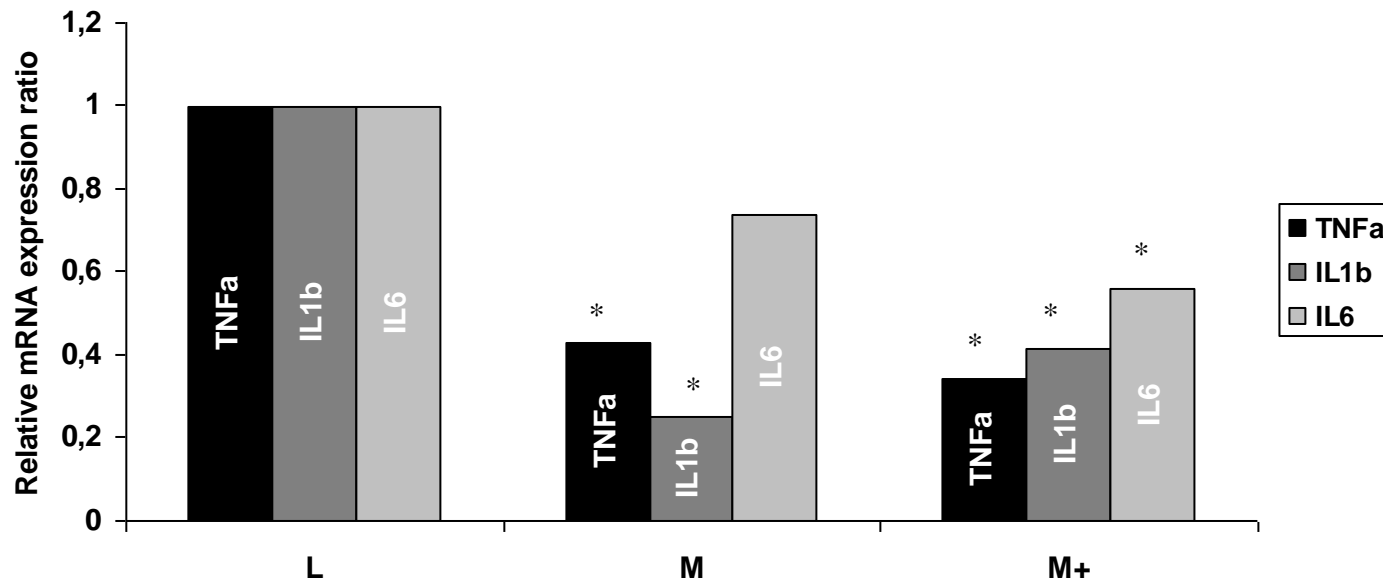
➤ **Hvordan er dette hos laks?**

# Trening og immunsystemet



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

# Trening og immunsystemet



- Redusert nivå av betennelses markører

➤ Forbedret sykdomsmotstand

# Microarray



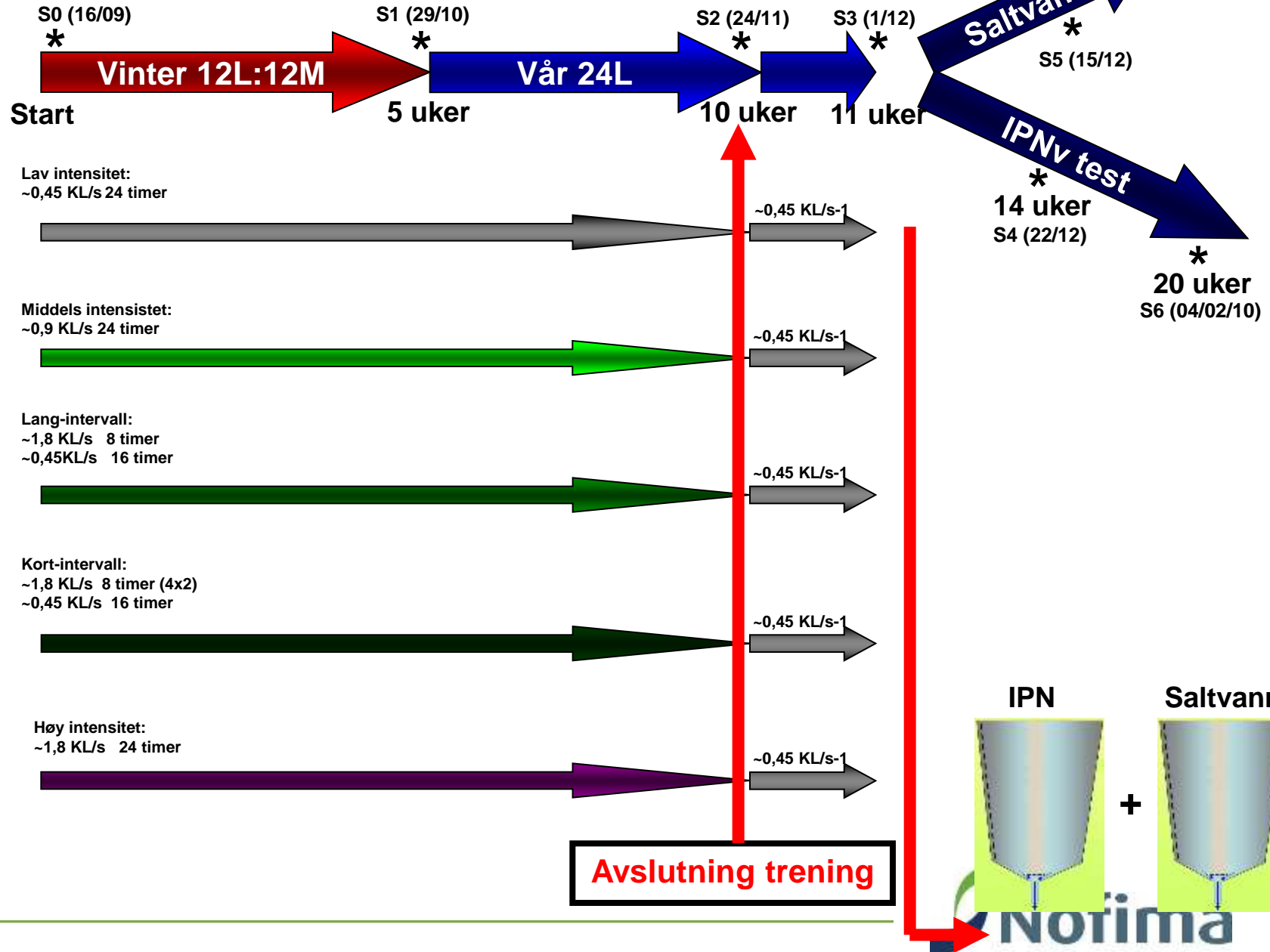
HJERTET	Middels	Middels+	
	Betennelse:	↑ ↓	↓
Komplement:	↓	↑	Førstelinje vertsforsvar: i) forsterker immunresponsen ii) markerer for destruering iii) dreper patogener
Antioksidanter:	—	↑	Bedre beskyttelse mot oksidativt stress

- Bedre overlevelse hos trent fisk kan forklares med endret ekspresjon av betennelsescytokiner og immun relaterte gener
- M+ trening hadde en mer positiv effekt på genprofilen enn M treningsregimet

~35 g 87 fisk per  
500 liters kar

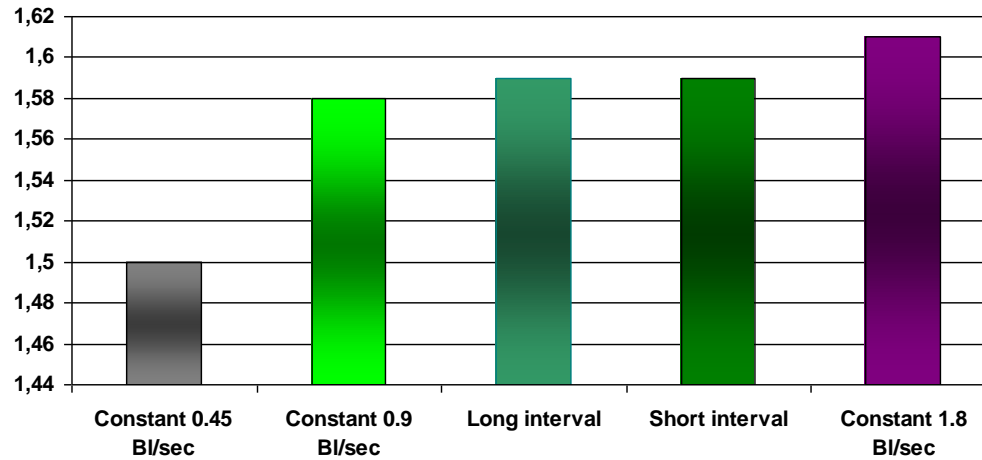
# Oversikt forsøk 2

\* Prøvetaking

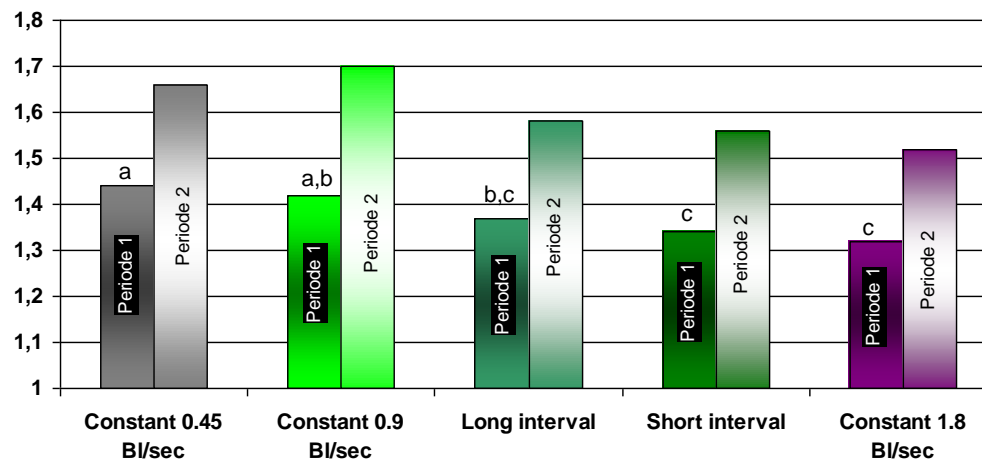


# Vekst og fôrutnyttelse

TGC

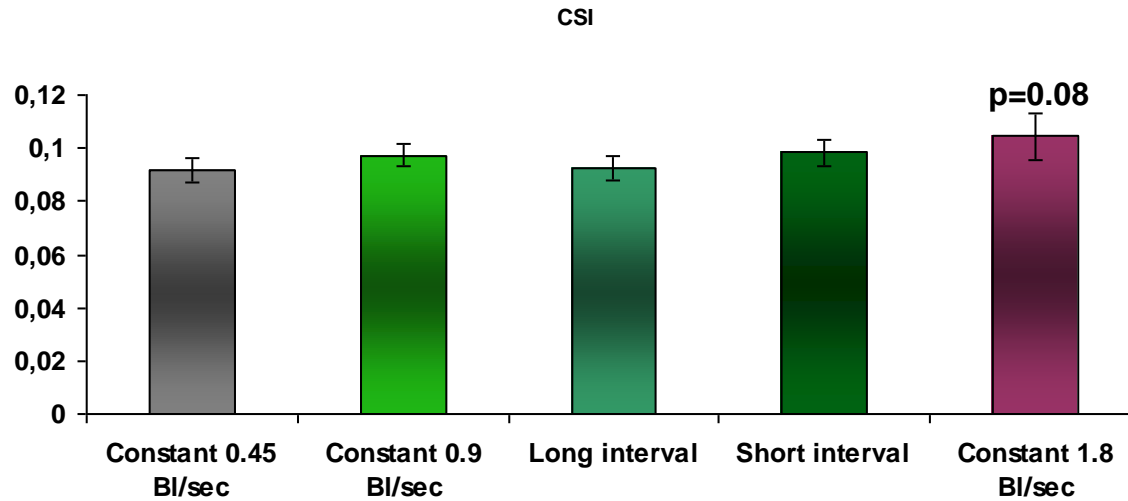


Feed efficiency





# Hjerteindeks

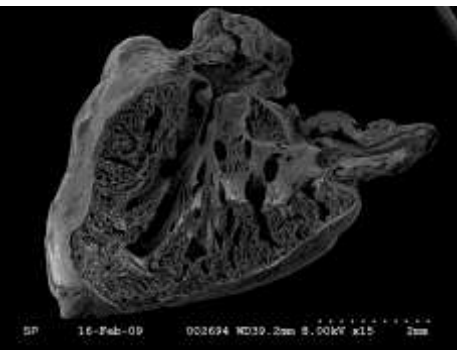


➤ En eventuell forbedring i hjertekapasitet er knytta til bedring av hjertets kontraksjonsevne og økt slagvolum

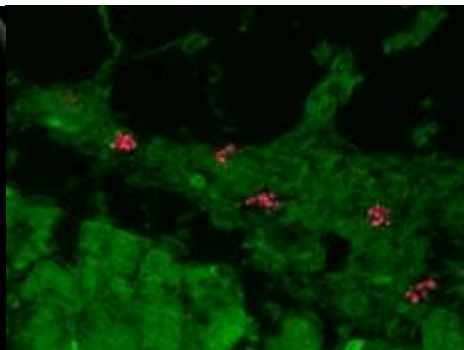
Vaskularisering

Muskelvekst

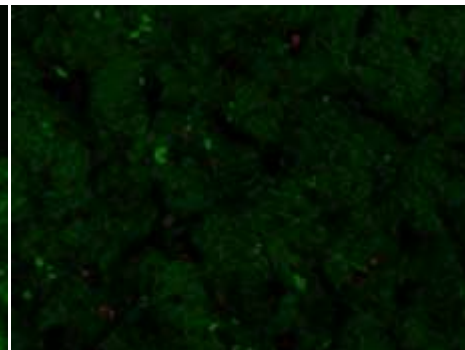
Remodellering



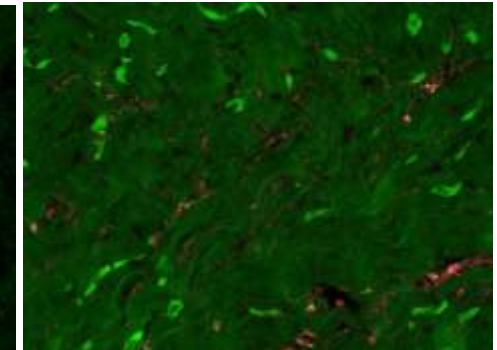
EM av hjertet



VEGF i epikard

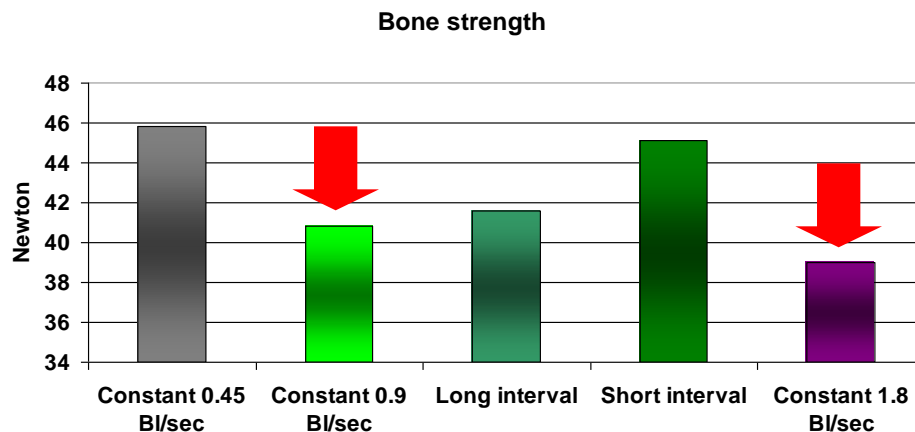


MyoD i compactum



Collagen komp/spong

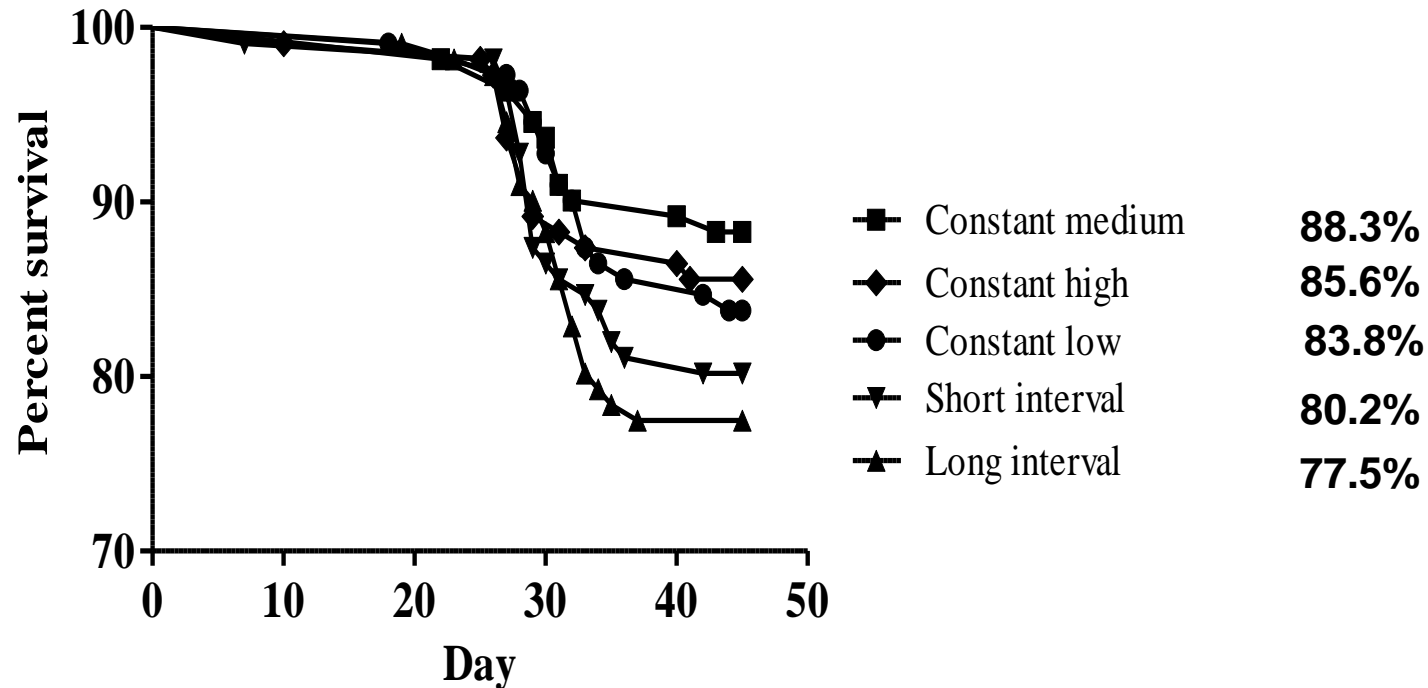
# Beinkvalitet etter 10 uker med trening



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

# Hvordan gikk det i smittetesten?

# IPNV smittetest

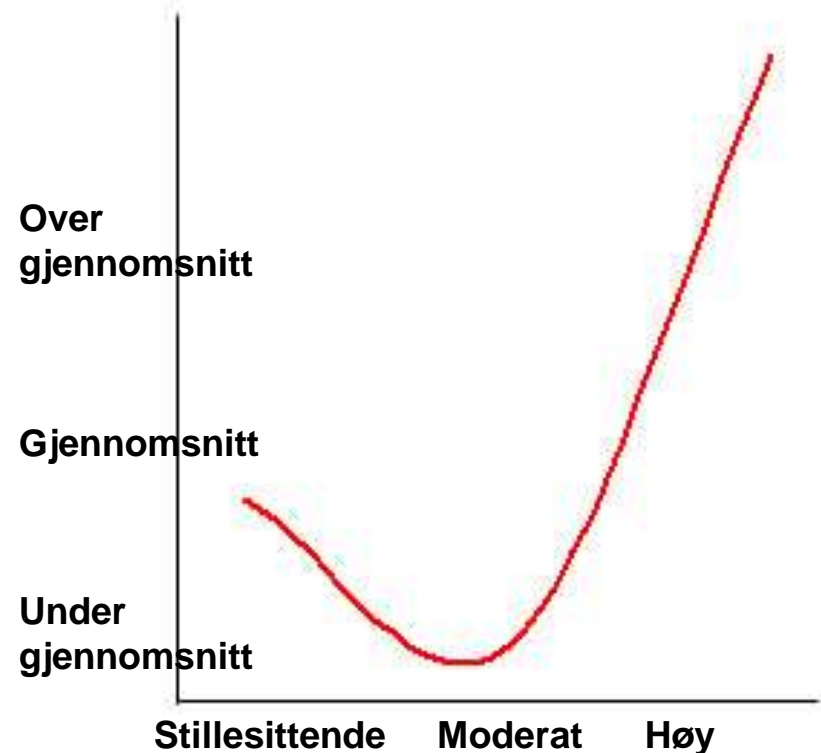


- 11% forskjell i overlevelse mellom beste og dårligste gruppe
- Strømningsforhold og hastighet har kanskje større betydning enn tidligere antatt
- Trening rundt 1 KL/sec det beste?
- Resultatene vil bli fulgt opp med gen- og proteinekspresjonsstudier

# 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



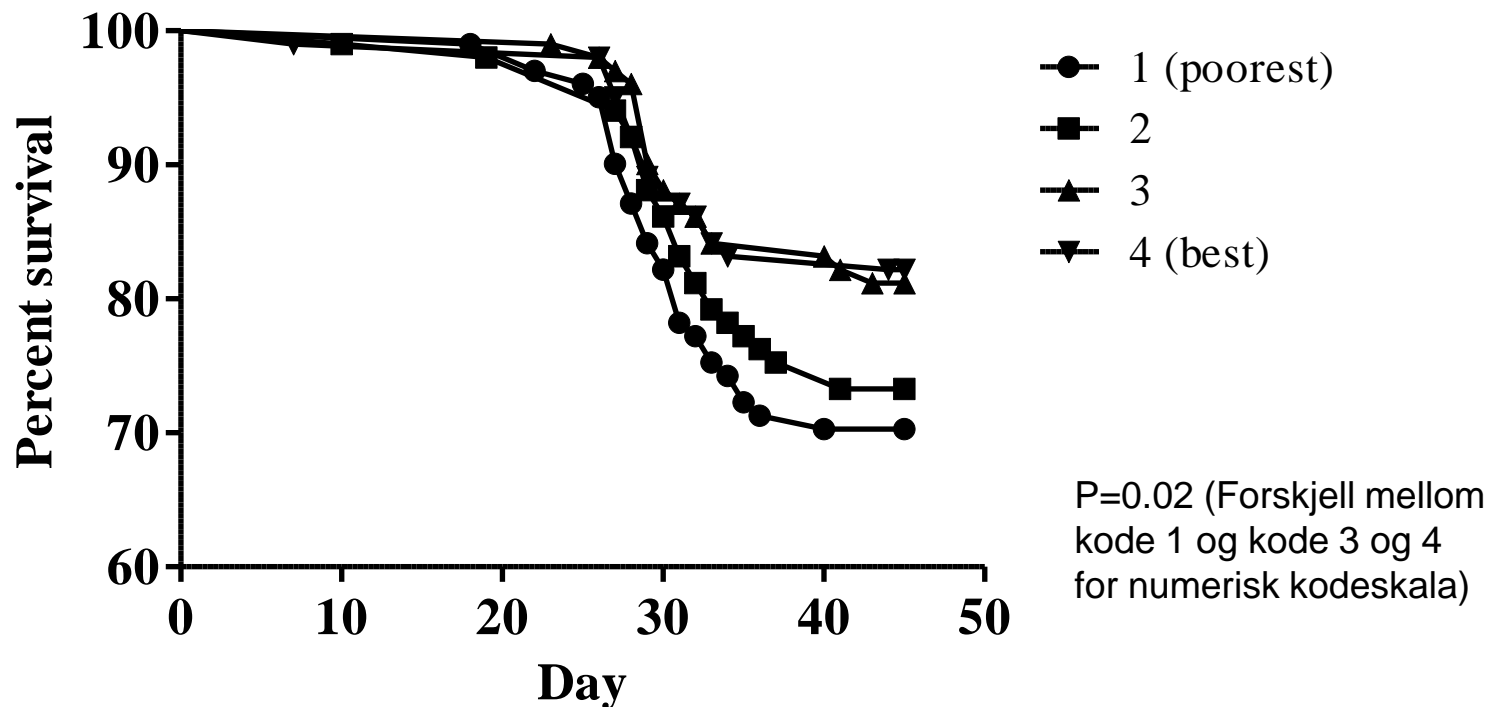
## Mengde og intensitet av trening

- **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
- 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
- bedre forståelse av hva som karakteriserer en robust fisk!



# Takk for oppmerksomheten!



**Harald Takle<sup>1</sup>, Vicente Castro<sup>1</sup>, Barbara Grisdale-Helland<sup>1</sup>,  
Torstein Kristensen<sup>2</sup>, Anthony Farrell<sup>3</sup>, Jan Helgerud<sup>4</sup>, Guy Claireaux<sup>5</sup>,  
Brit Tørud<sup>6</sup>, Aleksei Krasnov<sup>1</sup> & Ståle J. Helland<sup>1</sup>**

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



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