

VIII Convegno

Nutrienti e Microbioma: sinergie per garantire salute e benessere dei ruminanti

Venerdì 31 gennaio 2020

Centro Congressi "Giuseppe Piana"

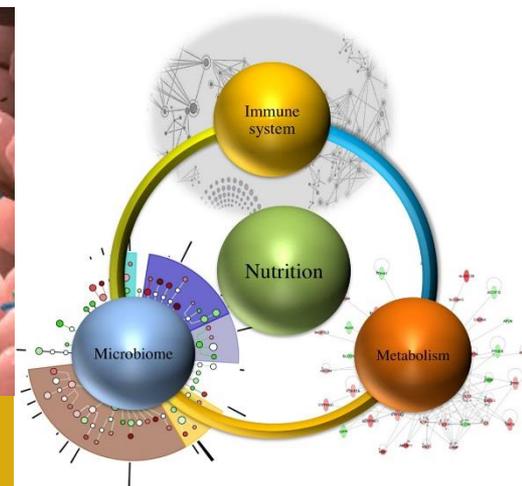
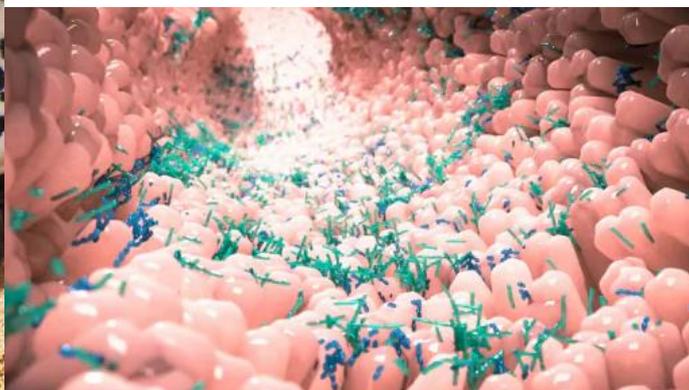
Via Emilia Parmense, 84 - Piacenza

In collaborazione con

Pro Tech s.r.l.
Animal Nutrition



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



Nutrienti e Microbioma: sinergie per garantire salute e benessere dei ruminanti



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Ore 9.00
Accoglienza

Ore 9.15
Introduzione

Prof. Giovanni BALLARINI, Emerito - Università di Parma

Ore 9.30
*Fisiologia dell'epitelio gastro-intestinale
ed effetto sulle performance dei ruminanti*

Prof. Erminio TREVISI, Università Cattolica del Sacro Cuore

Ore 10.00
*Microbiota intestinale e ruolo
nella salute animale*

Prof. Lorenzo MORELLI, Università Cattolica
del Sacro Cuore & Dott.ssa Maria Luisa Callegari

Ore 10.30
Discussione

Ore 10.45
Coffee break

Ore 11.00
Nutraceutici nei ruminanti

Prof. Maurizio SCOZZOLI, Libero Professionista

Ore 11.30
*Nutraceutici di origine marina ed integrità
della parete intestinale*

Maria Garcia Suarez, DVM, Olmix France

Ore 11.45
*Fitoestratti: effetti su salute
e benessere animale*

Dott. Andrea RICCI, Domca España

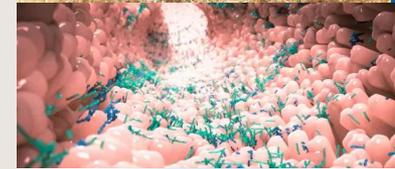
Ore 12.00
*Applicazione di presidi nutraceutici
in allevamento*

Dott. Carlo PAGLIA, Pro Tech srl

Ore 12.30
Discussione e considerazioni conclusive

Ore 13.00
Brunch

Pro Tech s.r.l.
Animal Nutrition
www.protechsrl.info



Fisiologia dell'epitelio gastro-intestinale ed effetto sulle performance dei ruminanti



Erminio Trevisi

Department of Animal Sciences, Food and Nutrition (DIANA)
Università Cattolica S. Cuore - Piacenza
erminio.trevisi@unicatt.it



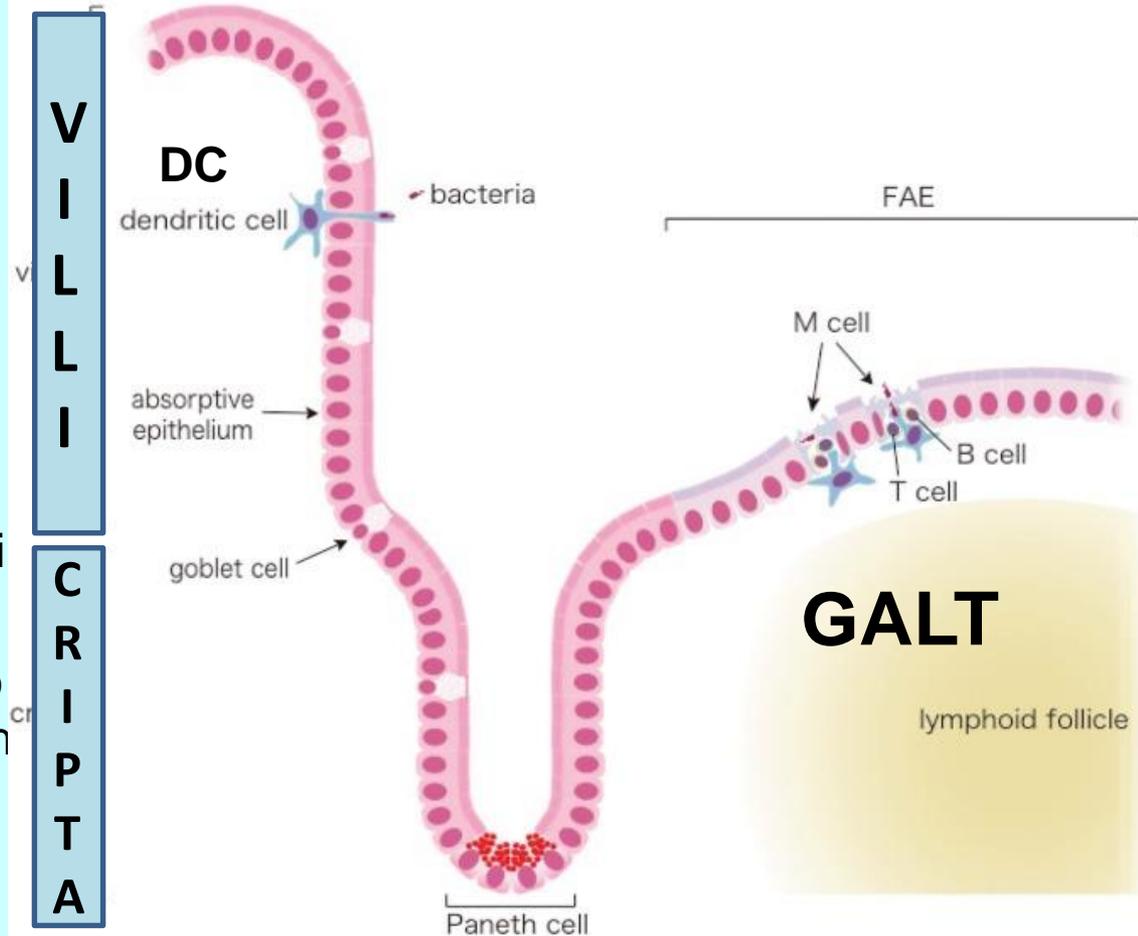
- ✓ **Immunità dell'epitelio intestinale**
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ Considerazioni conclusive



Schema della mucosa intestinale

- ✓ **Cellule caliciformi (Goblet):** producono muco e sono sparse in tutta la regione del villo per cui l'epitelio è coperto da muco.
- ✓ **Cellule dendritiche (DC)** della lamina propria: possono estendere i loro dendriti attraverso l'epitelio e sondare i microbi luminali (specie a fine di ileo).
- ✓ **Cellule di Paneth:** secernono peptidi anti-microbici, alla base della cripta nella regione dei villi
- ✓ **FAE ('follicle-associated epithelium')** (a destra) coprono i follicoli linfatici GALT. Zona con scarse cellule caliciformi e ridotta produzione di muco.
- ✓ **Cellule M:** 5-10% cellule FAE (<http://leib.rcai.riken.jp/riken/index.html>)

Ohno, 2016. J Biochem. 159(2): 151–160





Cellule M del GALT

(microfold cells)

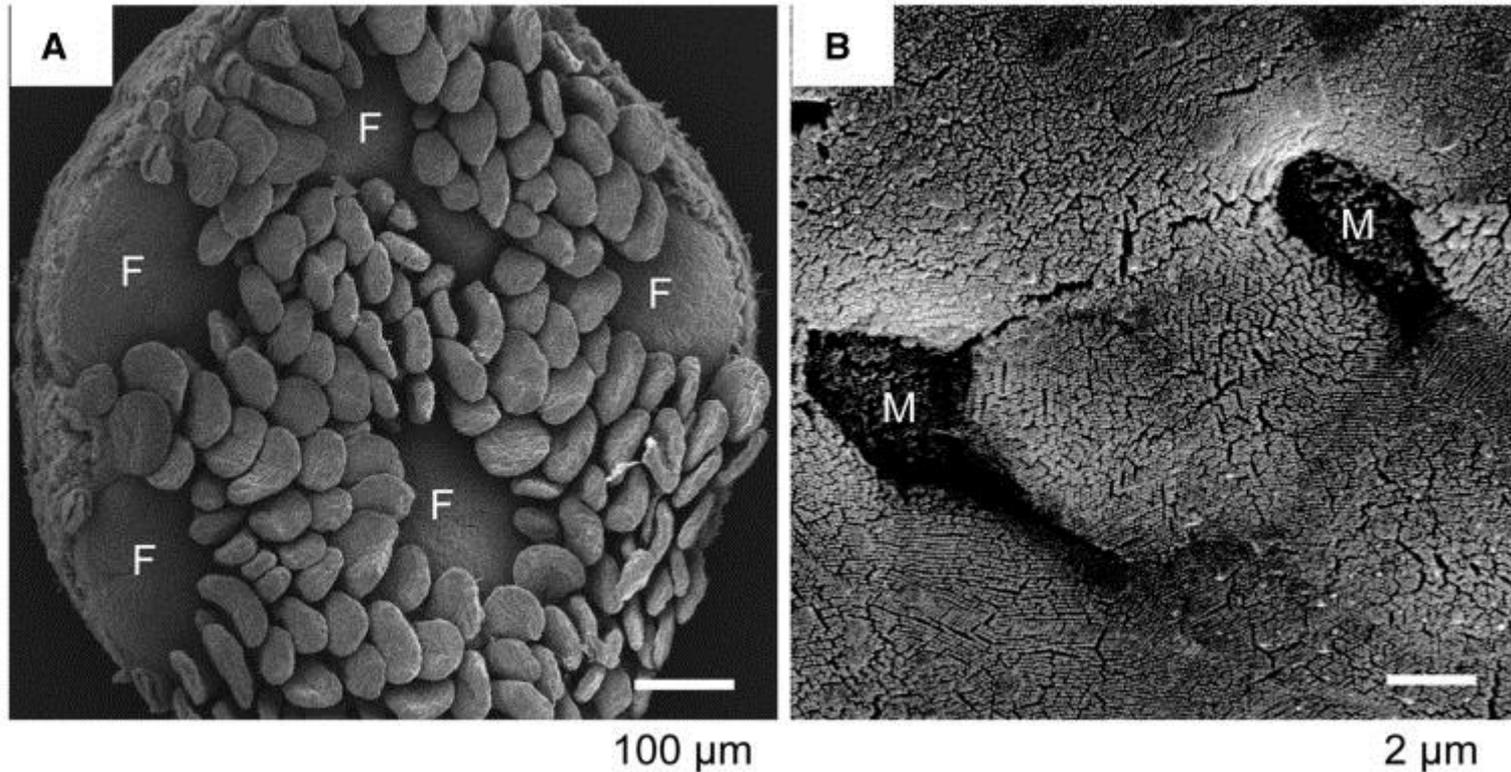
Cellule M = sottopopolazione del GALT (*Tessuto Linfoide Associato alla Mucosa Intestinale*) altamente specializzata, recentemente isolata

- **~10% cellule intestinali** (differiscono per la forma)
- molto assottigliate, membranose (da cui M) e **situate nei tratti sovrastanti i noduli linfatici** (le Placche di Peyer)
- **internalizzano antigeni** provenienti dalla digestione degli alimenti, discriminando (direttamente o per trasferimento a cellule immunitarie) Self da Non Self. Contribuiscono a **mantenere la tolleranza immunitaria**.
- **microvilli estroflessi dalla membrana apicale** (corti ed irregolari) che producono enzimi idrolitici (*es. fosfatasi alcalina*)



Superficie di una placca di Peyer (scansione al microscopio elettronico)

Ohno, 2016. J Biochem. 159(2): 151–160



- ✓ **Sx: 5 regioni FAE (F), circondate da villi.**
- ✓ **Dx: ingrandimento più elevato del FAE. Si notano due cellule M (M).** La superficie di tali cellule appare incassata rispetto agli enterociti circostanti, per l'assenza di microvilli

(<http://leib.rcai.riken.jp/riken/index.html>)

Mucosal exposure to pathogens and host response

Structural & chemical barrier of the mucosal epithelium to microbes with lamina propria (LP):

1. dendritic cells (DC)
2. disrupted / injured epithelium
3. intact epithelial cells
4. M cells

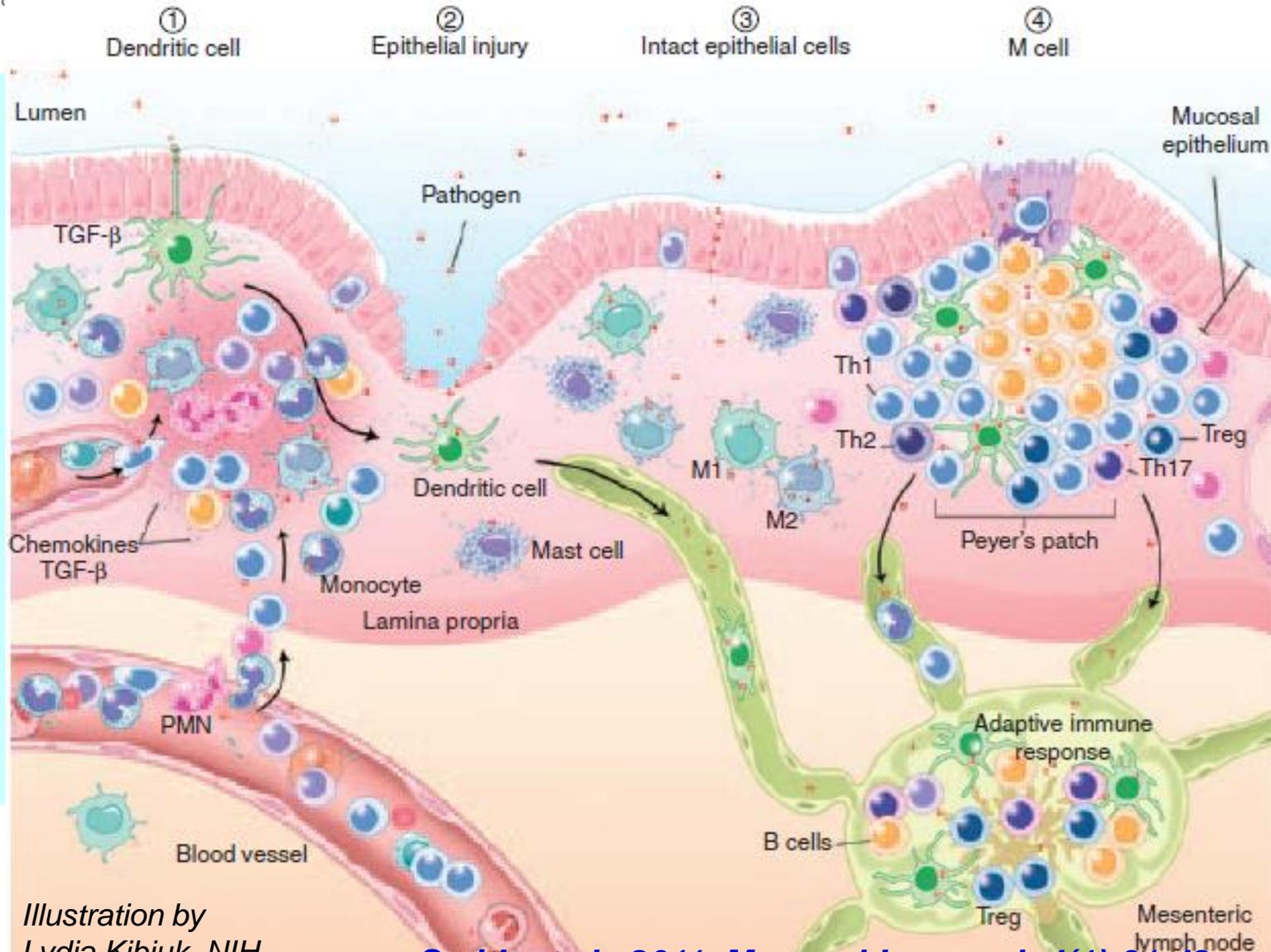


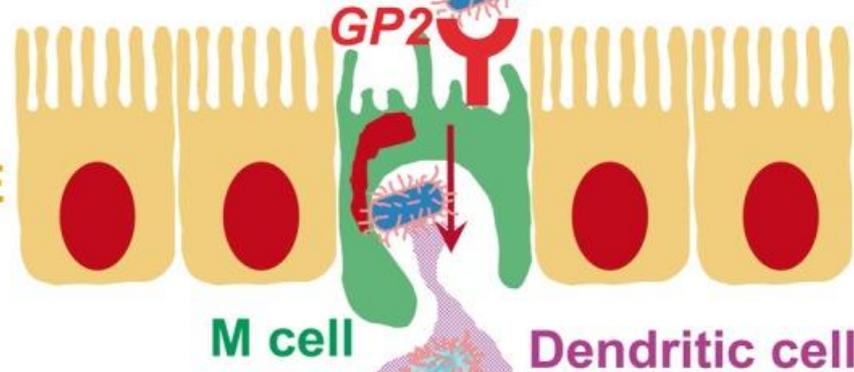
Illustration by
Lydia Kibiuk, NIH

Smith et al., 2011. *Mucosal Immunol.* 4(1):31-42

Escherichia coli ·
Salmonera enterica



recognition and
uptake by GP2



antigen processing and
presentation to T cell

T cell

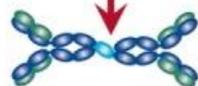
B-cell activation

B cell

differentiation into plasma cell

plasma cell

IgA production



dimeric IgA

Schema dell'attivazione della risposta immunitaria intestinale

Ohno, 2016. J Biochem. 159(2): 151–160

- ✓ GP2 ⇔ marcatore di membrana specifico delle cellule M
- ✓ GP2 ⇔ recettore di captazione batterica
- **lega batteri commensali e patogeni** (specie *E.coli* e *Salmonella*)
- segnala avvio di una risposta immunitaria mucosale, che attiva T e B LINF

<http://leib.rcai.riken.jp/riken/index.html>



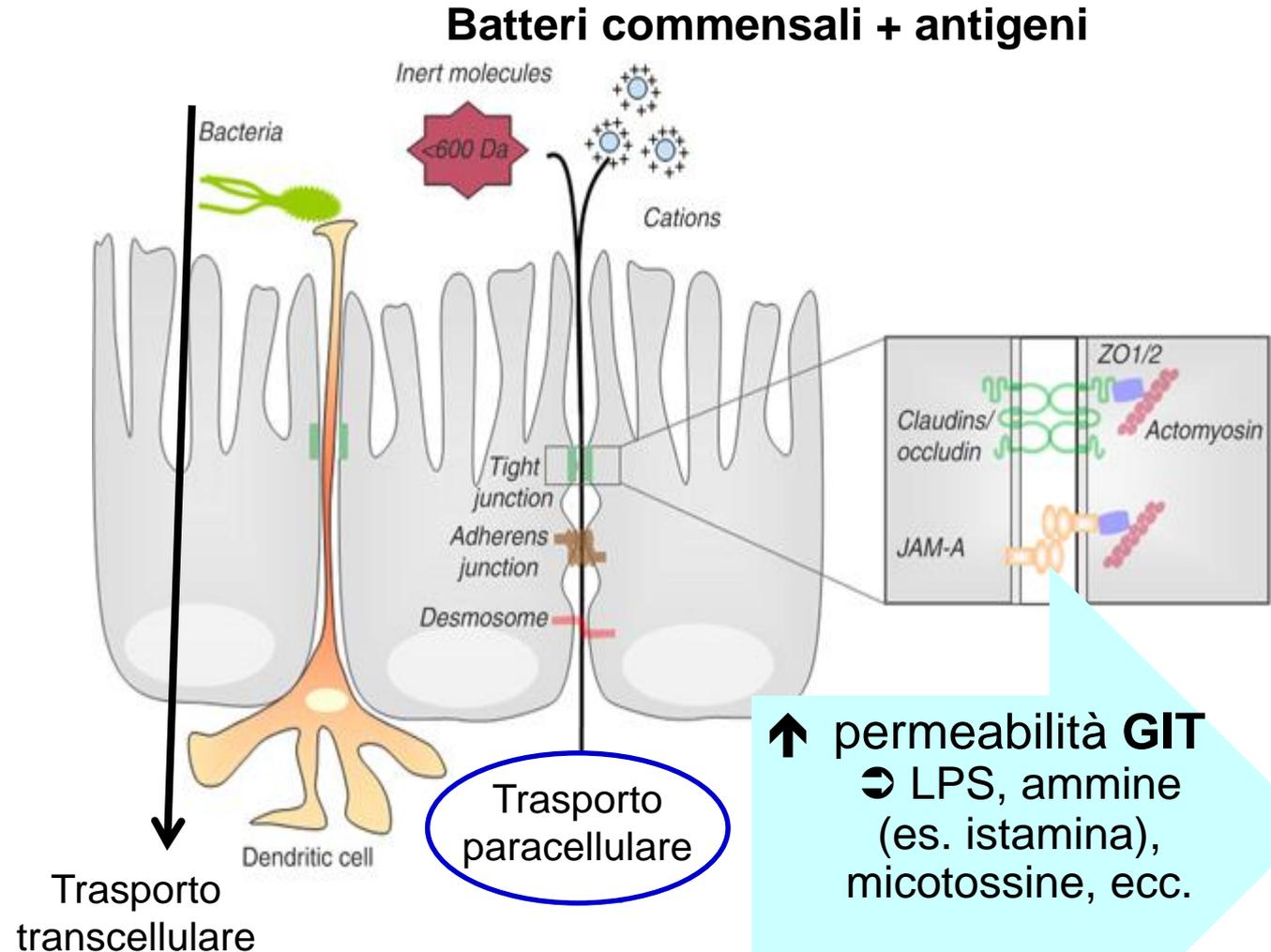
- ✓ Immunità dell'epitelio intestinale
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ Considerazioni conclusive



Permeabilità epiteliale a livello intestinale

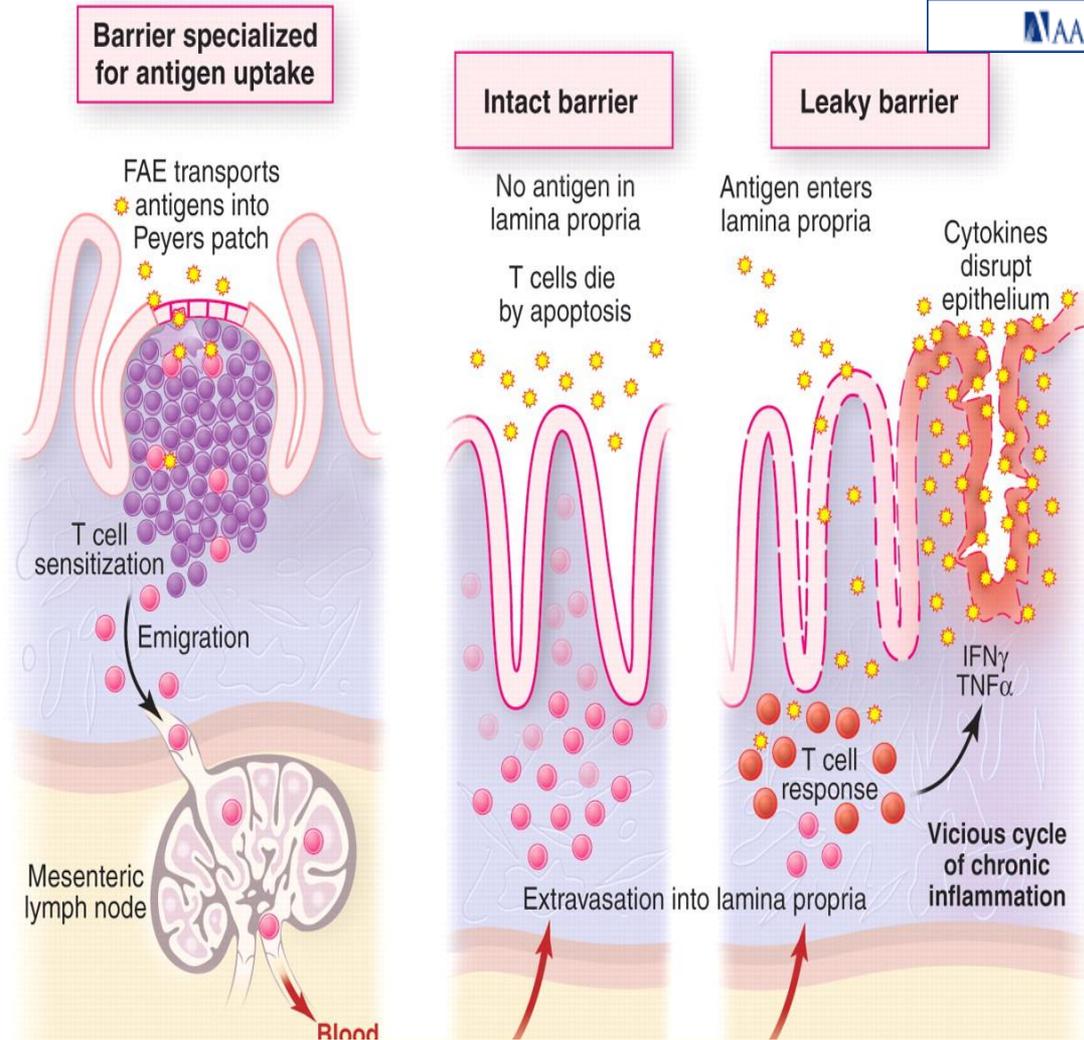
GIT sano ha una bassa permeabilità

...e il sistema immunitario, normalmente, è in grado di evitare che i patogeni causino danni.



- ✓ Un aumento di permeabilità causa una reazione infiammatoria mediata da T-cells (da locale a sistemica)
- ✓ In caso di penetrazione di batteri, la mucosa intestinale è co-evoluta per sottoregolare la risposta infiammatoria, ma non quella antimicrobica, della Lamina Propria

Smith et al., 2011. Mucosal Immunol. 4(1):31-42



Increased epithelial permeability may be important in the development of chronic gut T cell-mediated inflammation.
(MacDonald e Monteleone, 2005. *Science*: 307(5717):1920-1925)



Effetti di alterata permeabilità GIT

Severa attività fisica – Stress Termico – etc.

Vasocostrizione intestinale –
Ipertermia tissutale

Ipossia tissutale – Acidosi tissutale –
Esaurimento ATP – Stress ossidativo

Disfunzione tight junctions -
Danno membrana enterocita

Disfunzione barriera GI

Endotossiemia

Rilascio citochine –
Produzione NO e radicali liberi

Ipotensione – Collasso circolatorio

Infiammazione locale e sistemica

Possibile danno multi-organo



Maratona donne
a Doha, 2019

*Iperattivazione
del sistema
immunitario
intestinale
scatena
l'infiammazione
cronica locale*

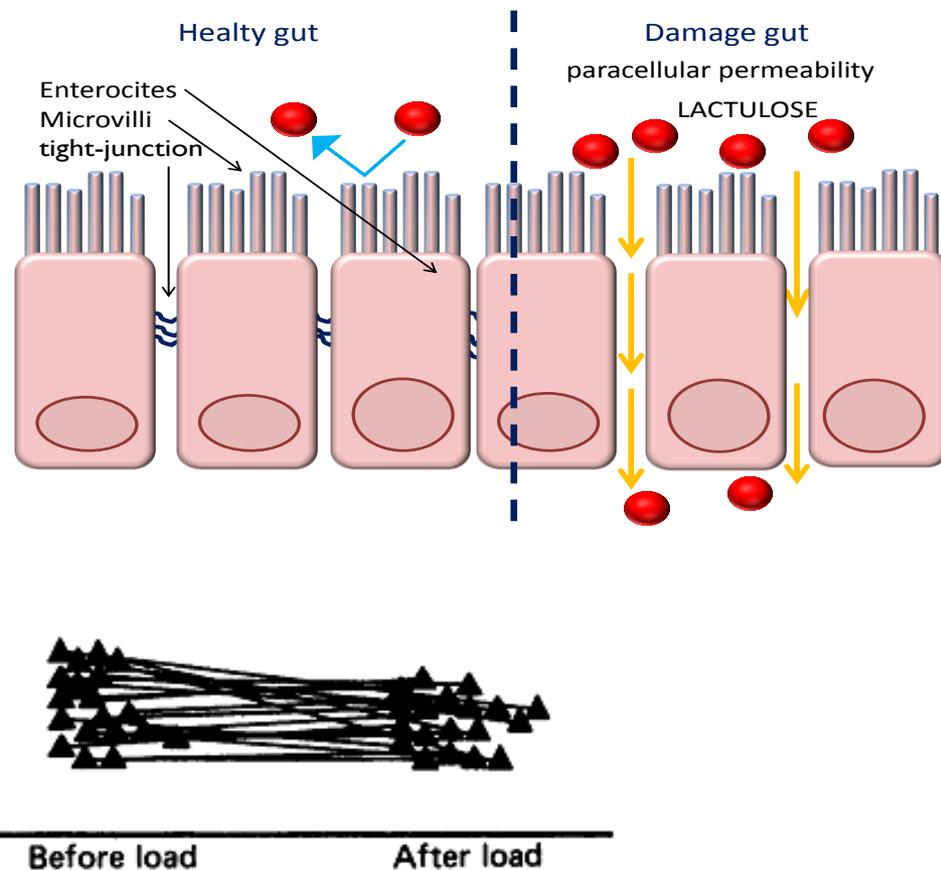
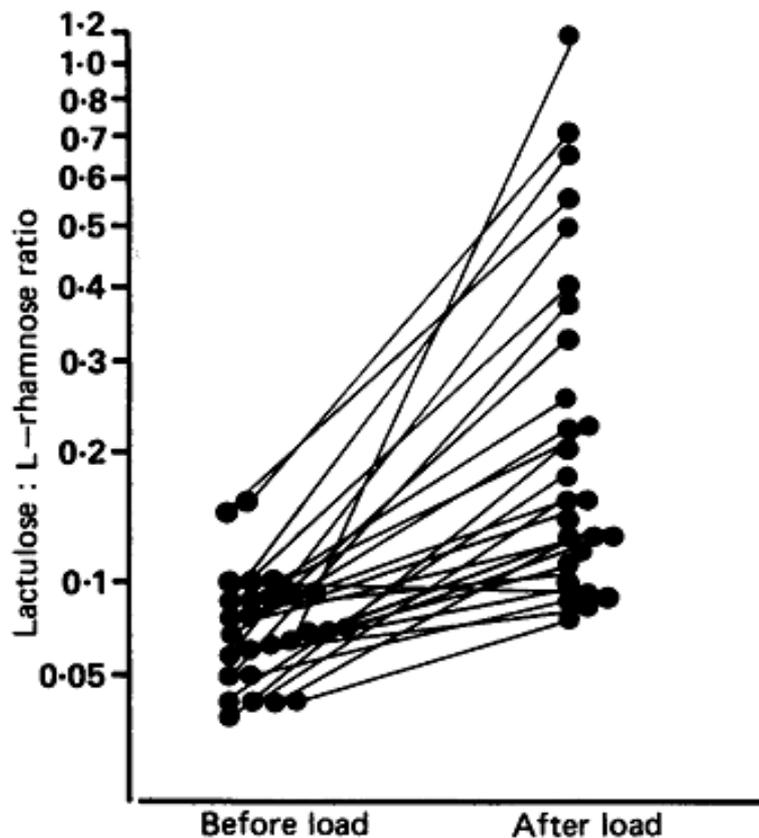
Lambert, 2009, JAS 87:E101-E108



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Rapporto lattulosio/ramnosio ematico in soggetti celiaci e sani, prima e dopo modesta somministrazione glutine

Misurazione permeabilità GIT: lattulosio



Pazienti CELIACI **Pazienti SANI**



Cause di alterata permeabilità GIT

Stress

- Caldo Fisici Traumi Interventi operatori
- Psicologici Ischemia Ustioni

Nutrizione & Dieta

- Malnutrizione intestinale (es. abuso amidi,)
Eccessi/Carenze nutrizionali (es. Vit. D, Zn, antiox)

Stato Immunitario

- Sistema Immunitario attivato Infiammazione cronica
- Ridotta Immunocompetenza

Patologie

- Patogeni: Batteri, Virus, Protozoi, Funghi Disbiosi
- Non-infettivi (es. micotossine)

Genetica

- NOD2 (IBD)

Farmaci

- Anti-infiammatori Antibiotici Abuso Lassativi

Fattori Fisiologici

- Eccessivo esercizio fisico Età (giovani e anziani)
- Disfunzioni pancreatiche Problemi digestivi

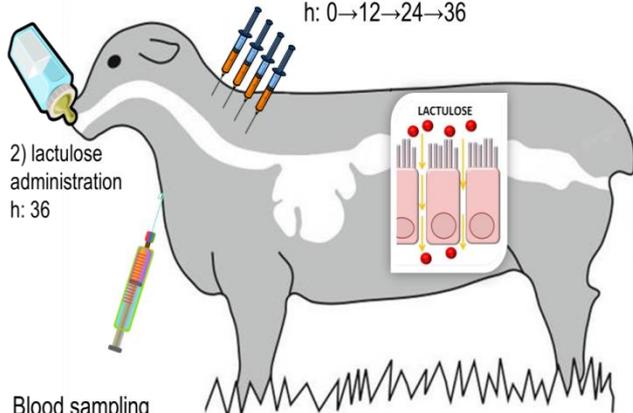
Lambert, 2009 (JAS 87:E101-E108) modificato



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Modification of gut permeability in ruminants: lactulose model

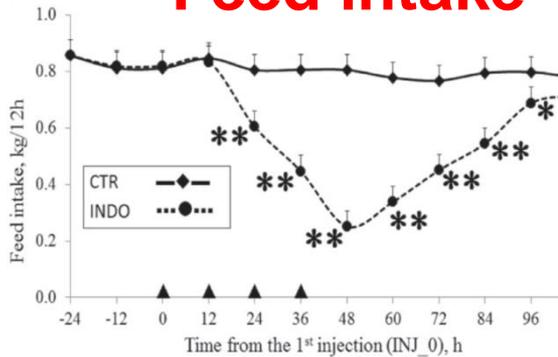
1) intramuscular injection of saline or indomethacin solutions
h: 0→12→24→36



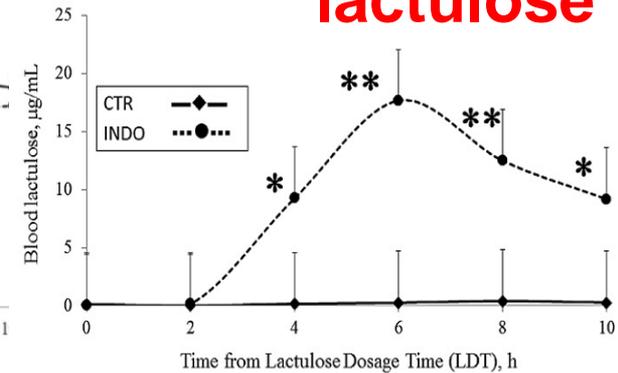
Blood sampling
h: -12→12→36→60→132→204 (inflammatory status evaluation)

38→40→42→44
lactulose recovery

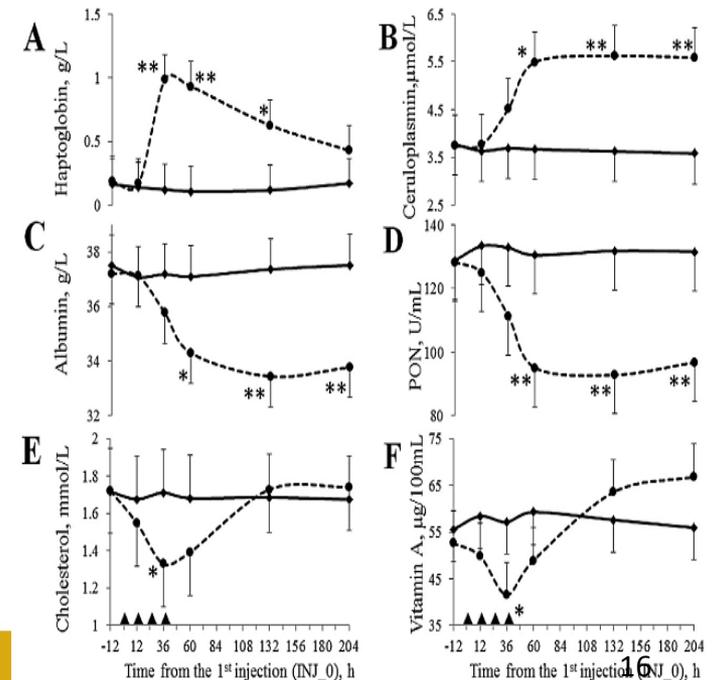
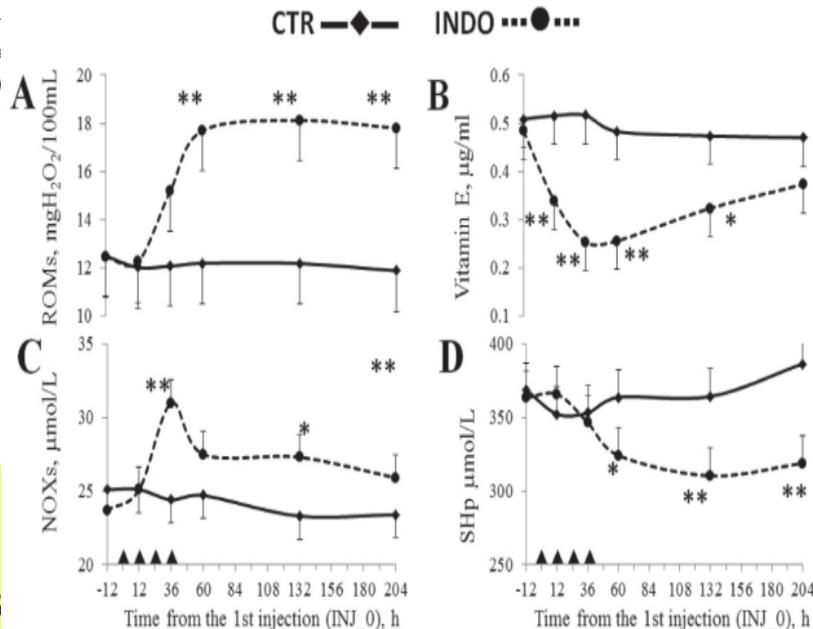
Feed intake



lactulose



CTR —◆— INDO ---●---



Minuti et al.,
2013. JAS
91:5646-5653



Increased gut permeability: IMPLICATIONS in ruminants

Symptoms observed in **sheep** during the increased gut permeability:

- ✓ malaise
- ✓ fever
- ✓ ↓ appetite (& performance)
- ✓ metabolic troubles
- ✓ oxidative stress
- ✓ Immune Responses (e.g. inflammation)

These effects are compatible with the absorption of LPS

Long-term inflammation in the **human** colon can cause symptoms:

1. **Related to digestive system:**

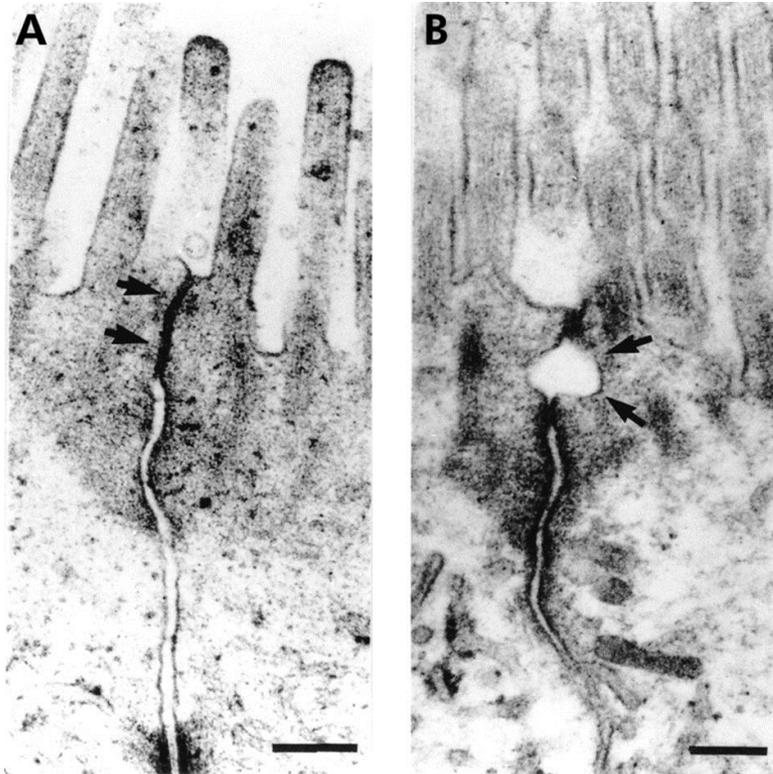
- Weight loss
- Poor appetite
- Nausea
- Poor growth in children

2. **outside the digestive system:**

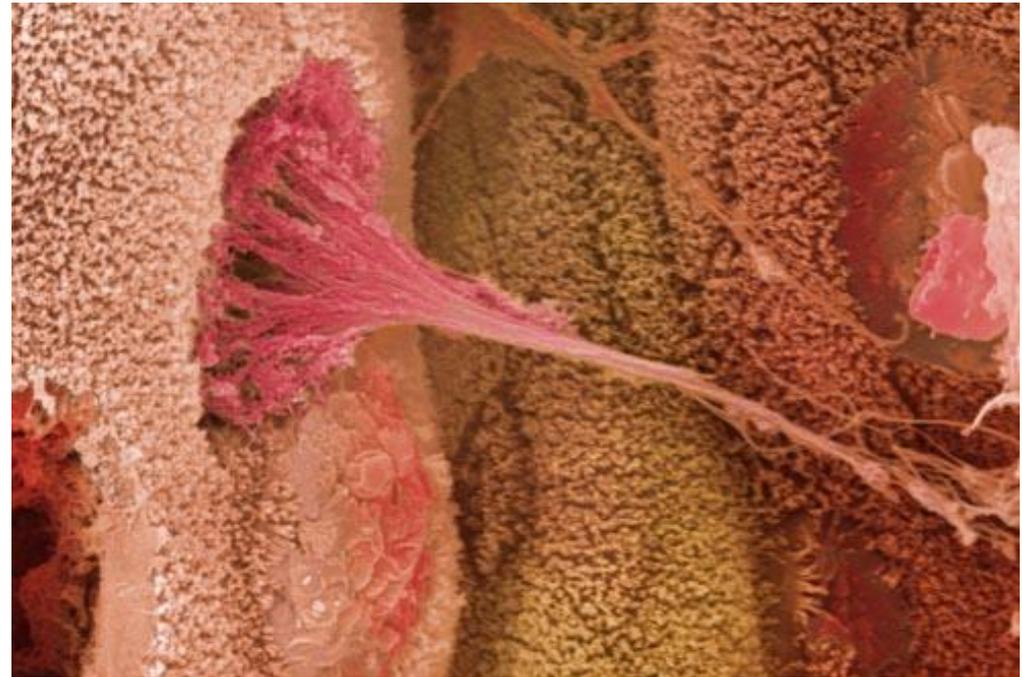
- Joint pain
- Skin sores
- Fatigue
- Anemia
- Frequent fevers
- osteoporosis, arthritis, kidney stones, eye problems, liver disease



L'aumento di permeabilità è condizione subdola e non si manifesta come danno grave

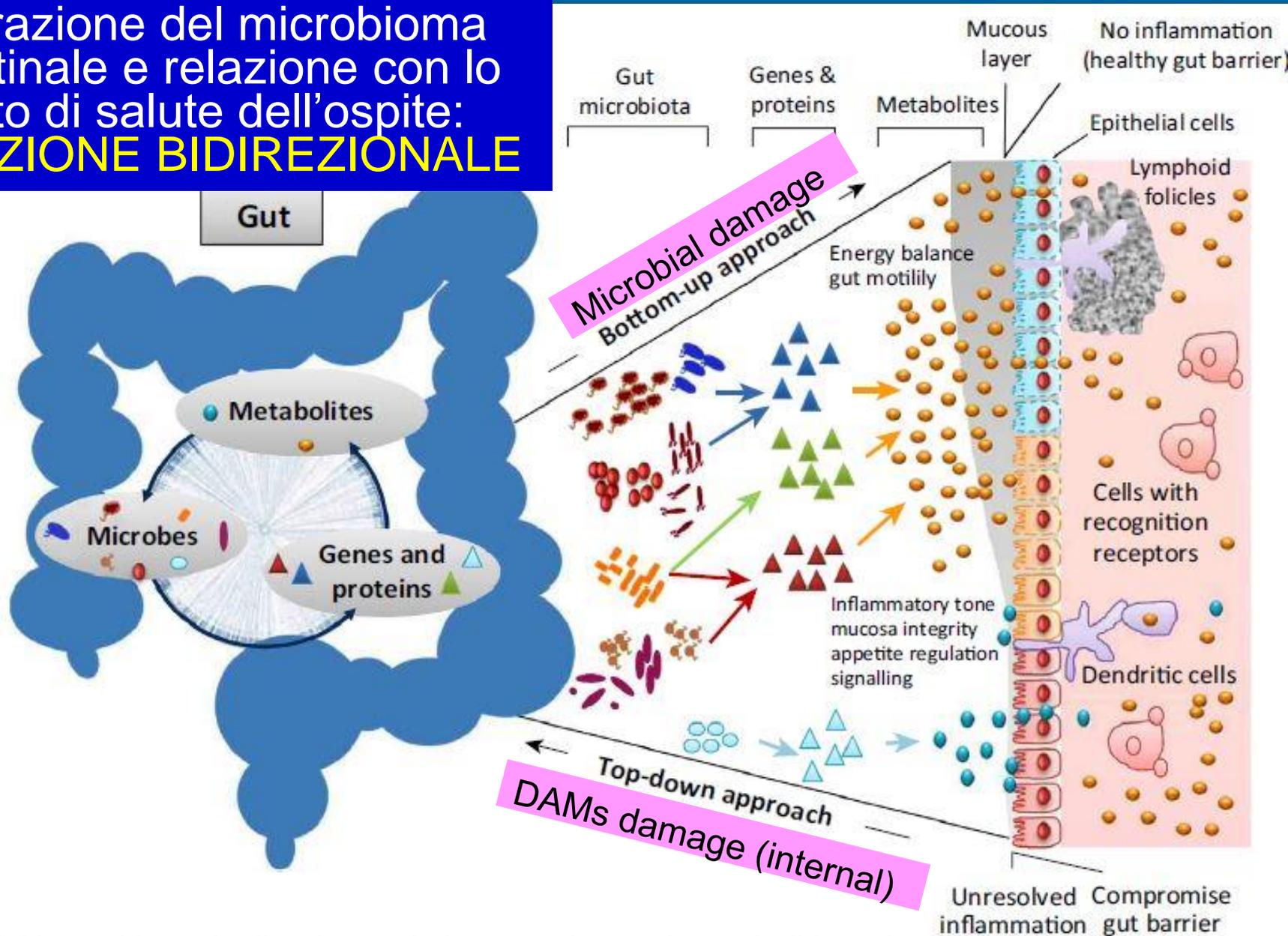


Transmission electron micrographs of the **tight junction region in ileal enterocytes**. Specimens were fixed after exposure to vehicle (A) or sodium caprate (B) in Ussing chambers. Tight junction is normal (A) or with dilatation (B). (Söderholm et al. Gut 2002;50:307-313)



Ulcerative Colitis (UC): immune cells may not react in a normal way to bacteria in the digestive tract (it is not clear if UC occurs before or after immune response). Stress or diet can make your symptoms worse, but they don't cause UC

Alterazione del microbioma intestinale e relazione con lo stato di salute dell'ospite: **RELAZIONE BIDIREZIONALE**



L'effetto dei batteri intestinali è dovuto in buona misura ai metaboliti prodotti, pertanto alcune specie microbiche sono intercambiabili (Moya & Ferrer 2016. *Trends in Microbiology* dx.doi.org/10.1016/j.tim.2016.02.002)



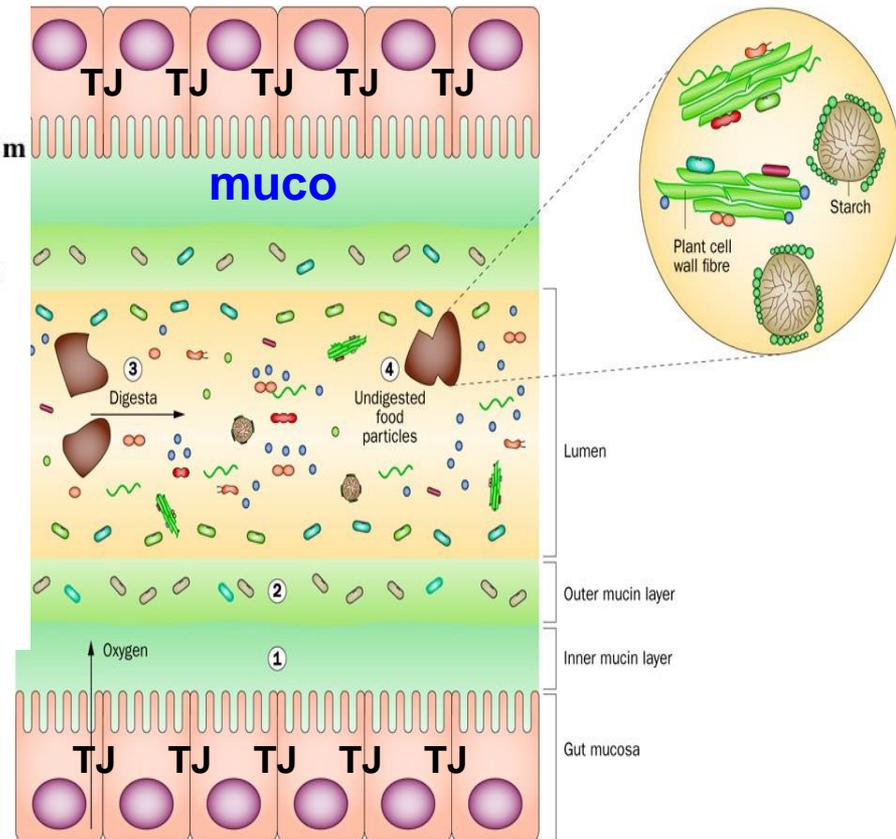
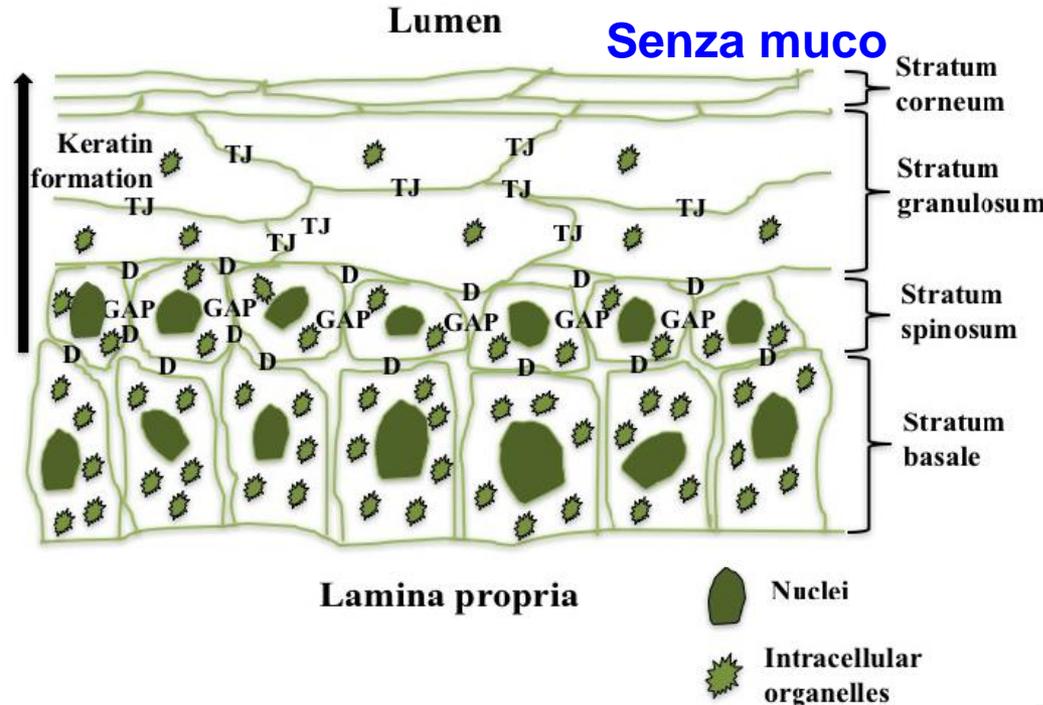
- ✓ Immunità dell'epitelio intestinale
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ Considerazioni conclusive



↑ permeabilità dell'epitelio può verificarsi anche nei prestomaci?

PRESTOMACI (papille & cheratina)

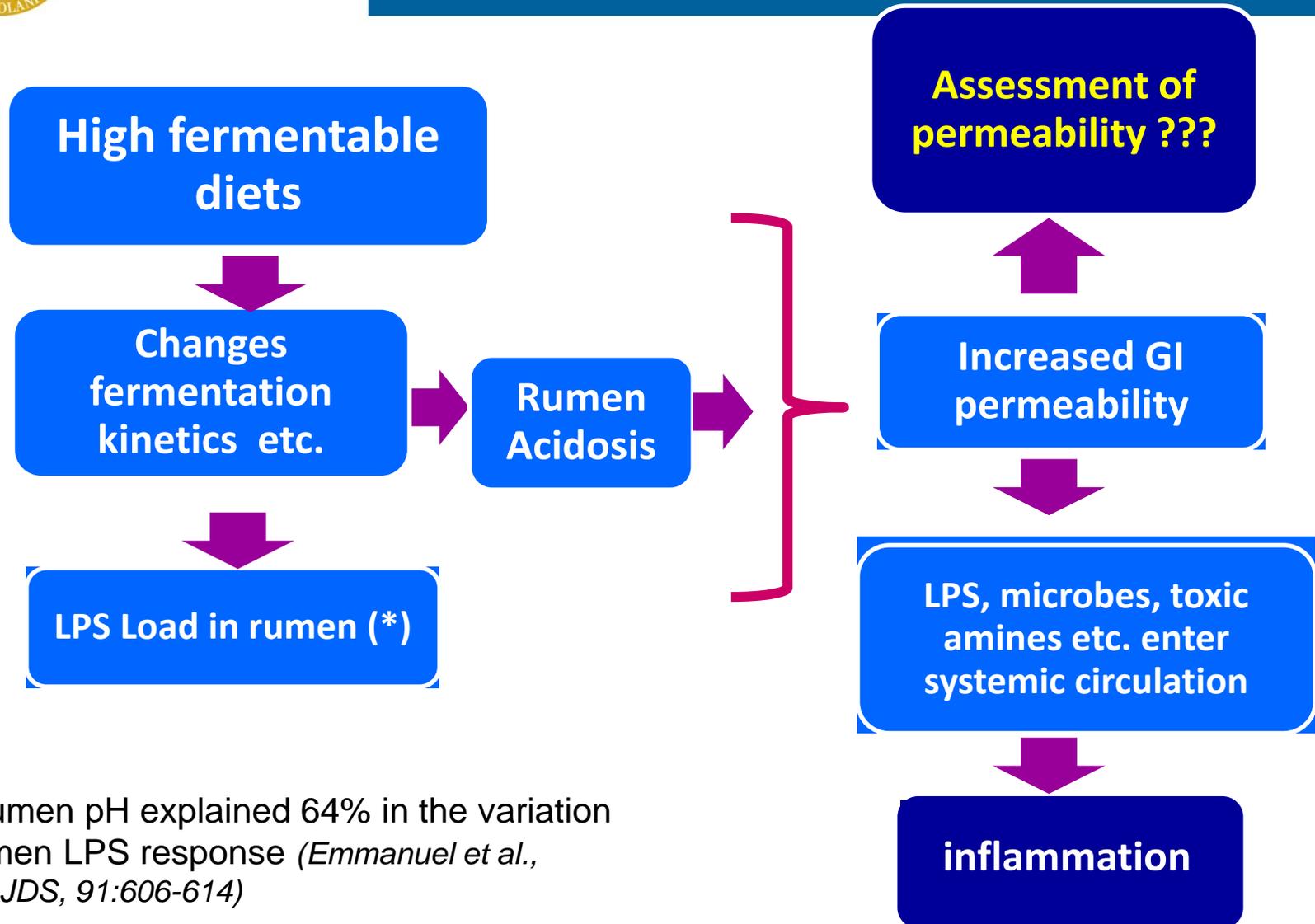
INTESTINO (muco + villi)



A histological representation of the ruminal epithelium with TJ= tight junction, D=desmosomes, and GAP= gap junctions (Pederzoli, 2016, Ph-D thesis, Univ. of Saskatchewan)



Acidosis: can modify rumen permeability?



(*) Rumen pH explained 64% in the variation of rumen LPS response (*Emmanuel et al., 2008, JDS, 91:606-614*)

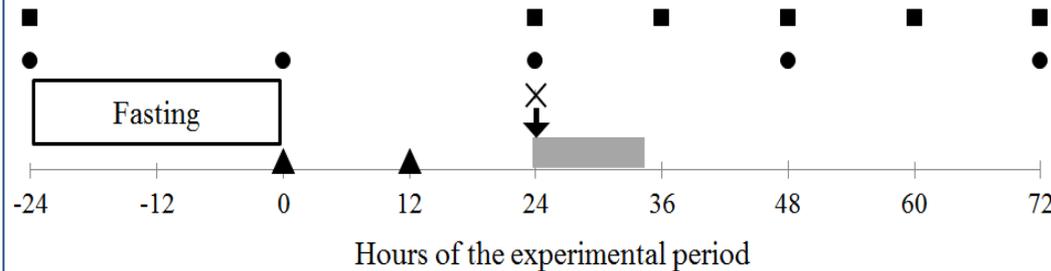


Acidosis: can modify rumen permeability?

Minuti et al., 2014 JAS 92:3966-

- ▲ 0.5 kg wheat flour administration
- blood sampling
- ↓ lactulose dosage time (LDT)
- × rumen and fecal samples collection
- rectal temperature
- gastrointestinal permeability assessment

Sheep (not pregnant & not lactating)

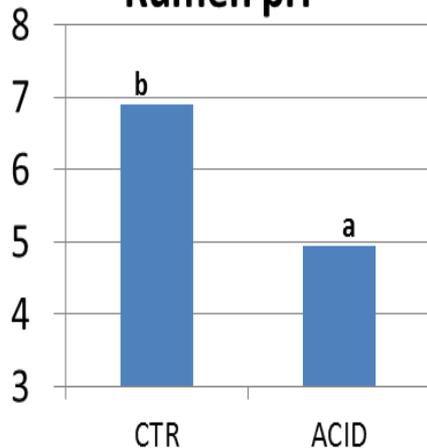


CTR: no clinical signs

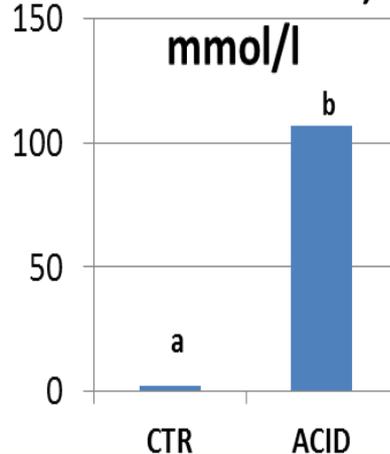
ACID:

- ↑ rectal temperature ($P < 0.01$)
- CNS depression
- trembling
- watery, yellowish & acidic smelling diarrhea
- no appetite until 72h
- Walking difficulty

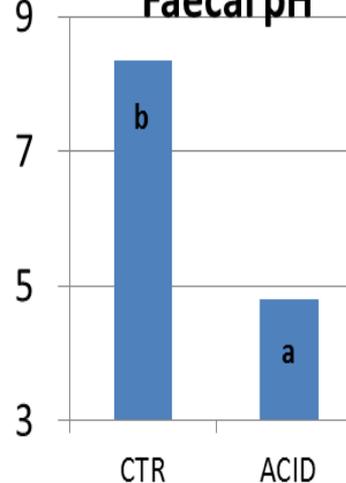
Rumen pH



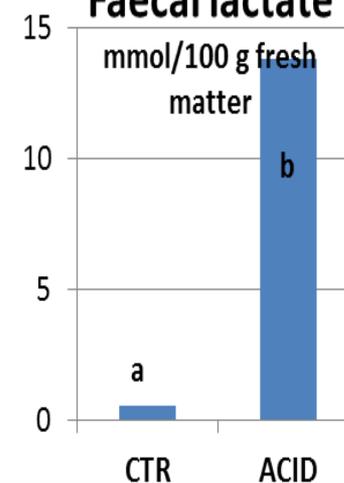
Rumen Lactate, mmol/l



Faecal pH



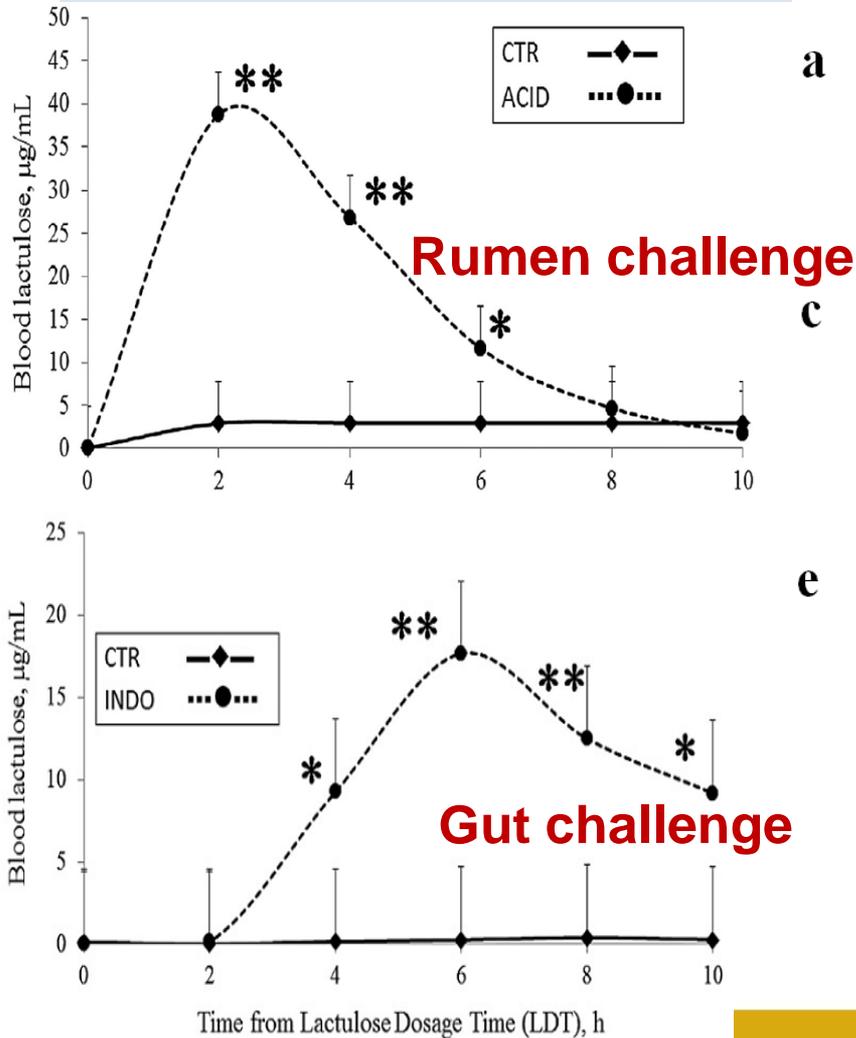
Faecal lactate



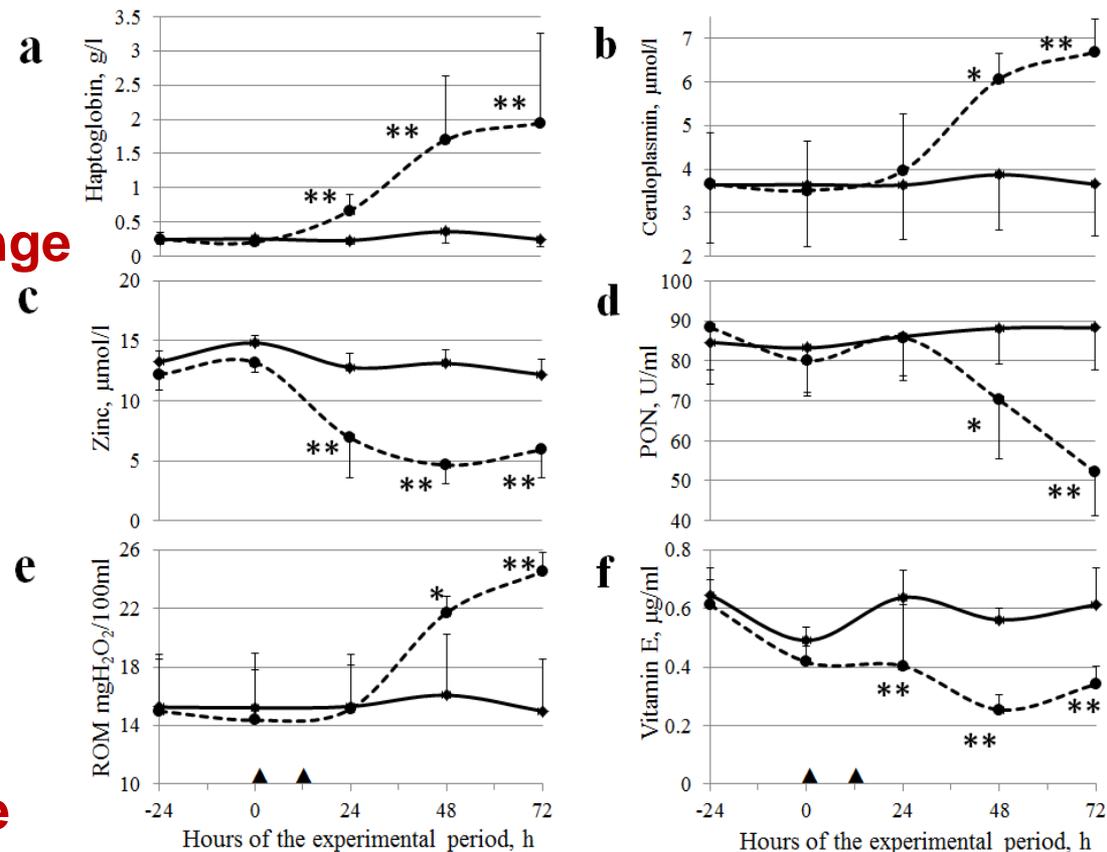


Acidosis or rumen troubles: can modify permeability?

Lactulose test



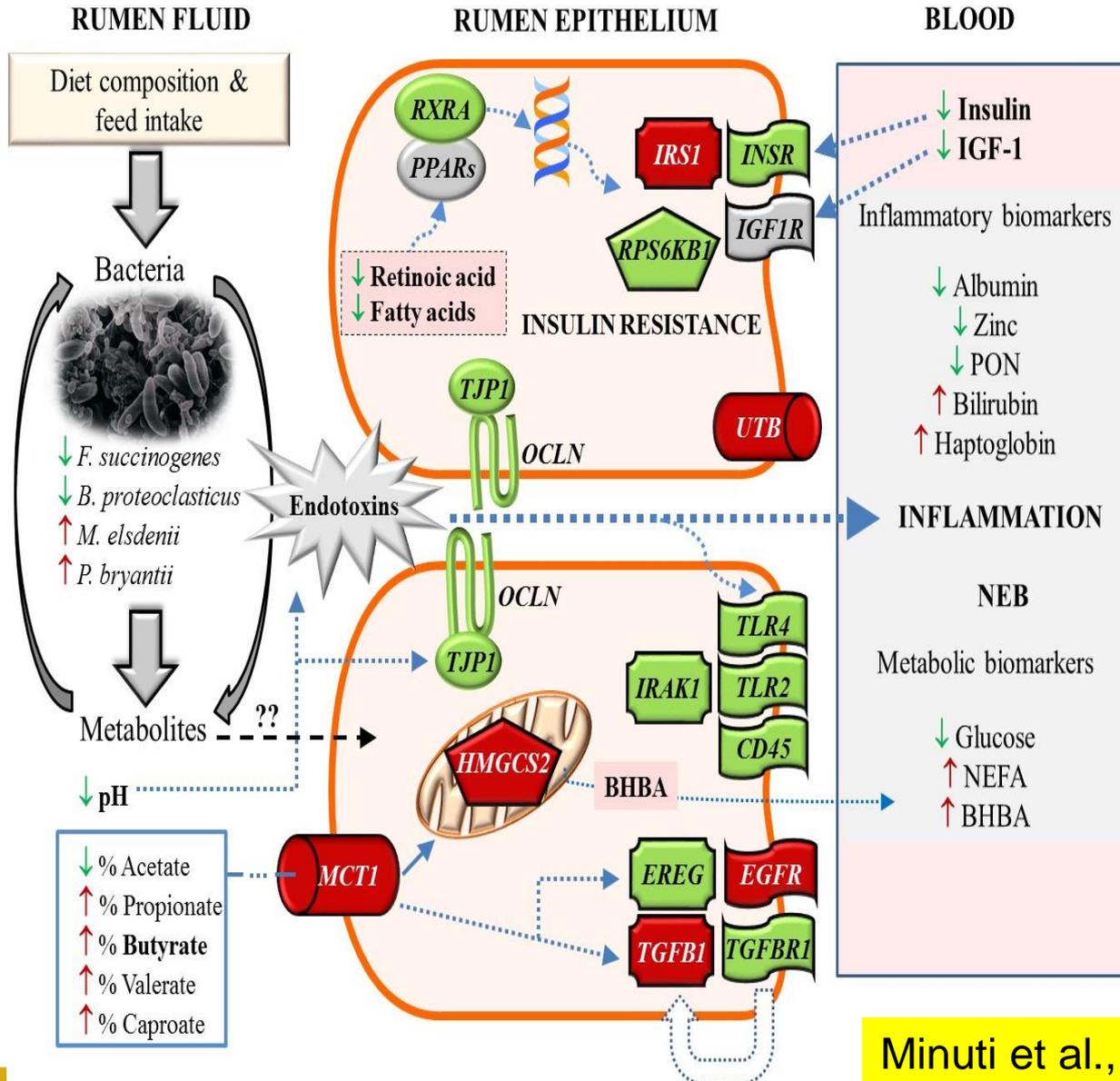
Inflammation



Minuti et al., 2014 JAS 92:3966-3977



Rumen changes in TP



Gene expression (GE) in rumen epithelium, Post vs Pre - partum:

- ↓ GE of tight junction
- ↑ Permeability
- ↓ GE of many immune functions
- ↓ Epithelium protection
- ↓ GE of glucose uptake
- Insulin resistance

Minuti et al., JDS 2015, 98:8940-8951



RT & periparturient cows

Around calving:

high RT (average value at 3-6 DIM) is associated with lower inflammation (measured as LFI = Liver functionality Index)

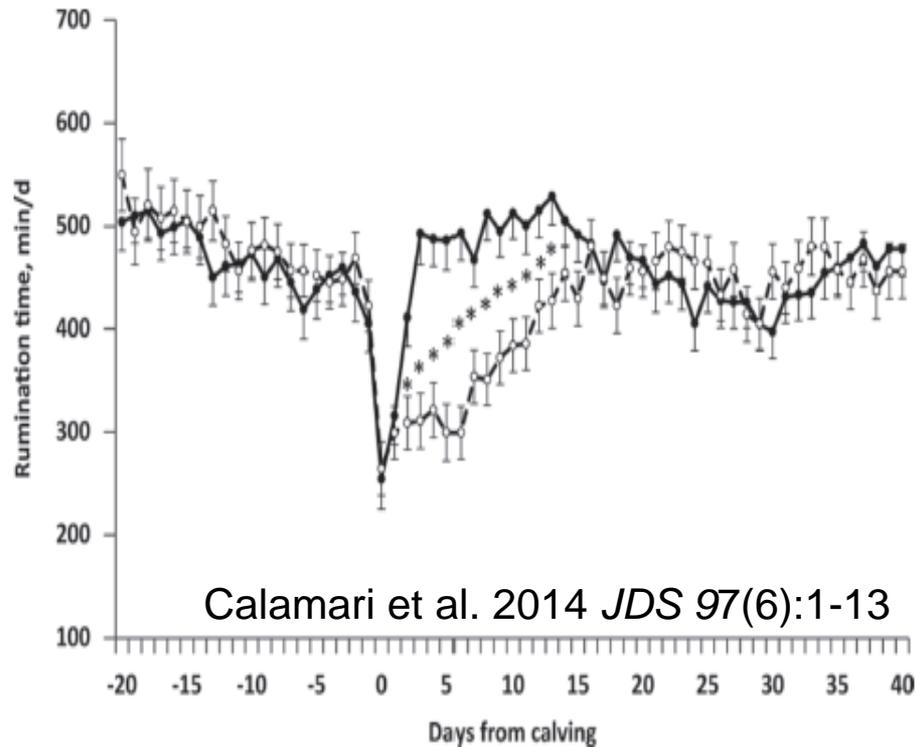
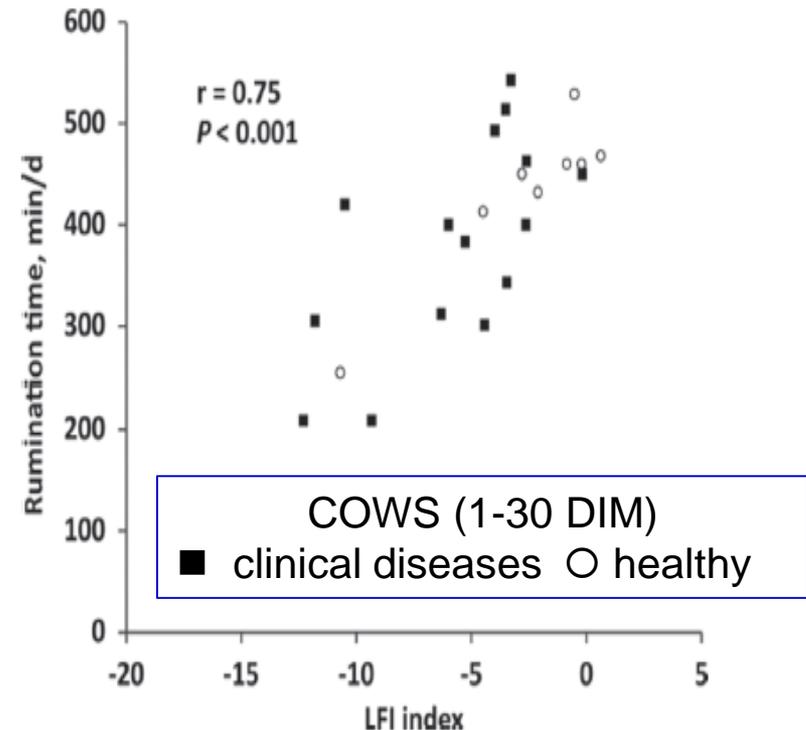


Figure 1. Daily pattern of rumination time (LSM — SEM) during the transition period in cows categorized according to rumination time (RT) observed between 3 and 6 DIM (higher RT, ; lower RT,). Asterisk (*) indicates a difference between higher and lower RT cows (P<0.05)



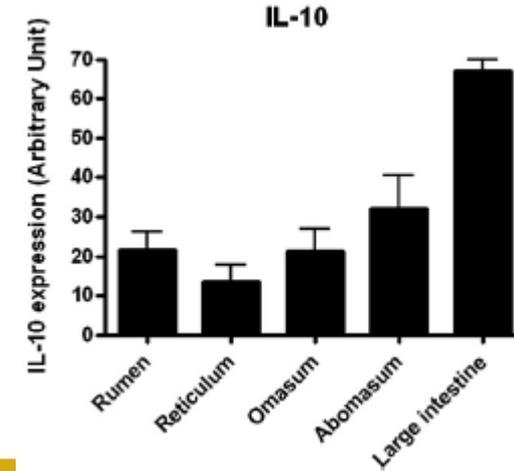
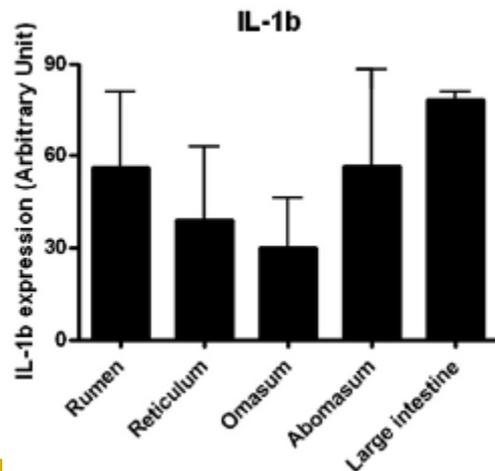
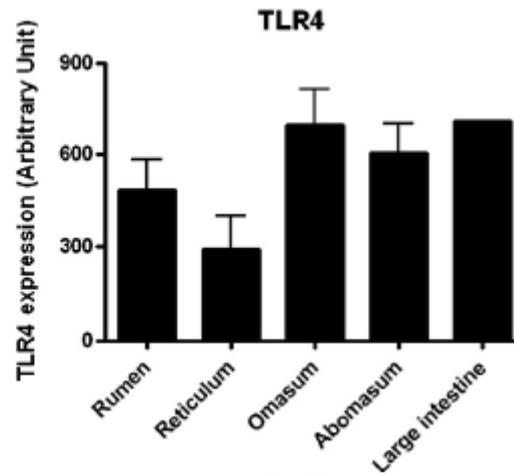
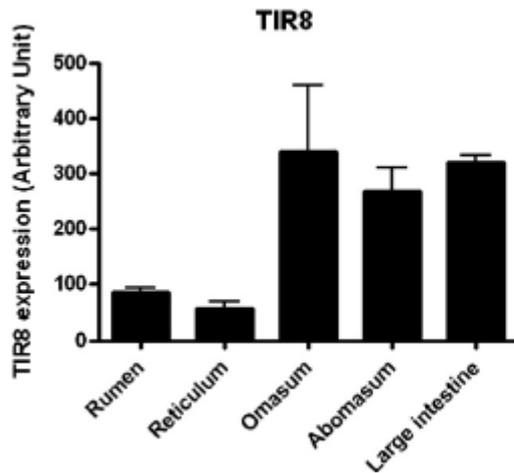


- ✓ Immunità dell'epitelio intestinale
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ **Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario**
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ Conclusione



Epiteli dei prestomaci e intestinale hanno proprietà immunitarie analoghe?

2009 (Trevisi et al., 2009; JAS 87:3020-3029)
Segnalata per 1^a volta presenza di leucociti nel fluido ruminale (LINF-T, LINF-B, PMN)



2014 (Trevisi et al., 2014. Res Vet Sci 96:69–78) **dimostrata espressione di citochine e recettori tipici della risposta immunitaria in epiteli dei prestomaci (mRNA e proteine)**

- **TLR4**: recettore, se attivato attiva NF- κ B, con una rete di pathway intracellulari e fa rilasciare segnali infiammatori
- **TIR8**: importante regolatore del TLR4
- **IL1 β & IL10**: citochine pro-infiammatorie

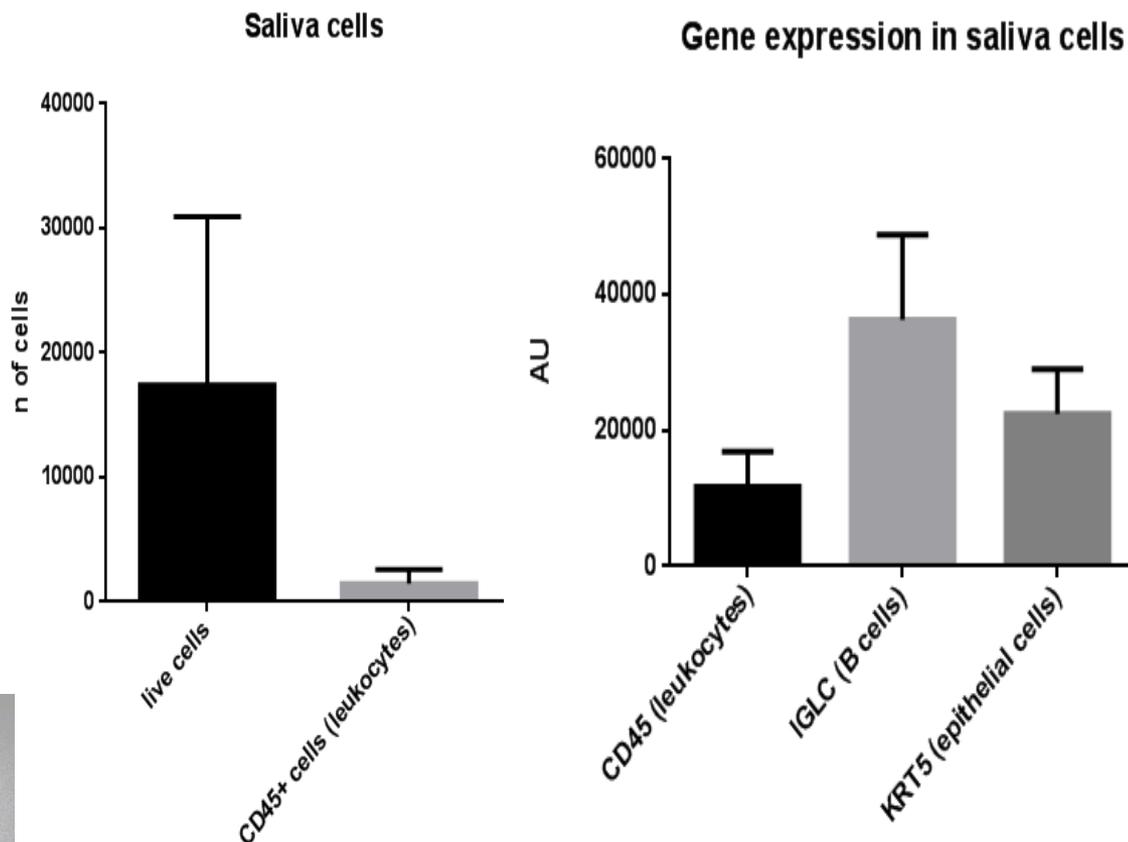


I prestomaci possono interagire con il Sistema Immunitario?

Trevisi et al., 2018. RVS117: 65–73

Un elevato n° di leucociti entra nei prestomaci con la saliva (~400 cells/ml = 40-80 10^6 cellule/d)

...e può interfacciarsi con gli epiteli dei prestomaci



Presenza di leucociti nella saliva.

CD45 (marker leucociti), IGLC (Immunoglobuline), KRT5 (marker cellule epiteliali)



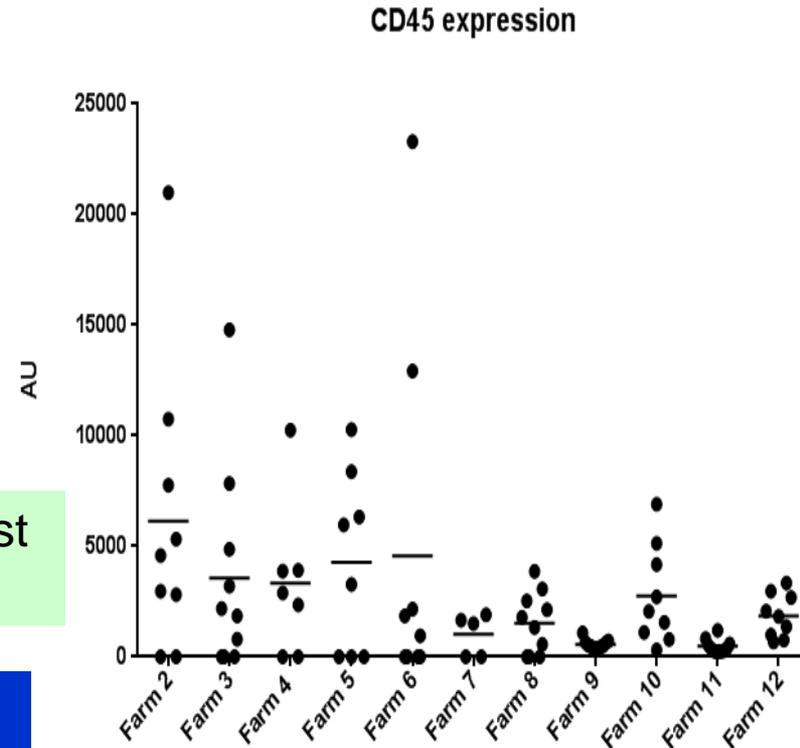
I prestomaci possono interagire con il Sistema Immunitario?

Trevisi et al., 2018. RVS117: 65–73

- Indagine su 11 allevamenti (98 bovine)
- Differenze dell'infiltrazione leucocitaria (tipo e N ° di cellule)
- Correlazioni significative (+) tra leucociti nel fluido ruminale e
 - pH
 - Livello di Ig

SARA in cows with the lowest levels of CD45 and Ig?

	Parameter	Rho (Spearman)	Statistical significance	p
CD45 gene expression (leukocytes)	Rumen pH	0.27	**	<0.01
	Total Ig (rumen)	0.36	**	<0.01

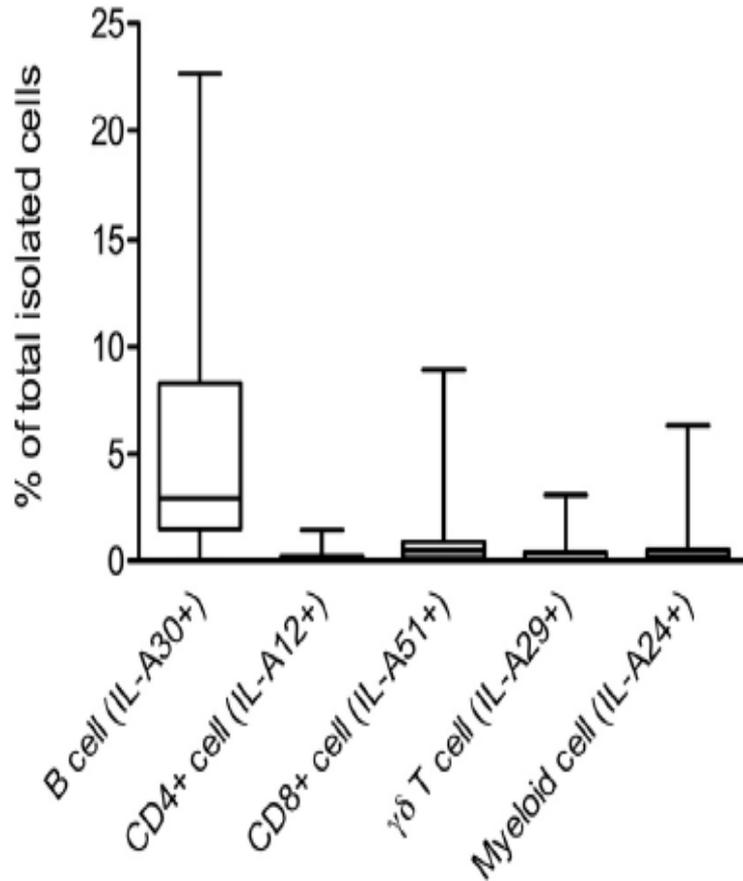


Espressione (Unità arbitrarie) di mRNA CD45 nel rumine (indice di infiltrazione dei leucociti) in 98 bovine di 11 allevamenti (Analisi Real Time PCR)



I prestomaci possono interagire con il Sistema Immunitario?

Trevisi et al., 2018. RVS117: 65–73



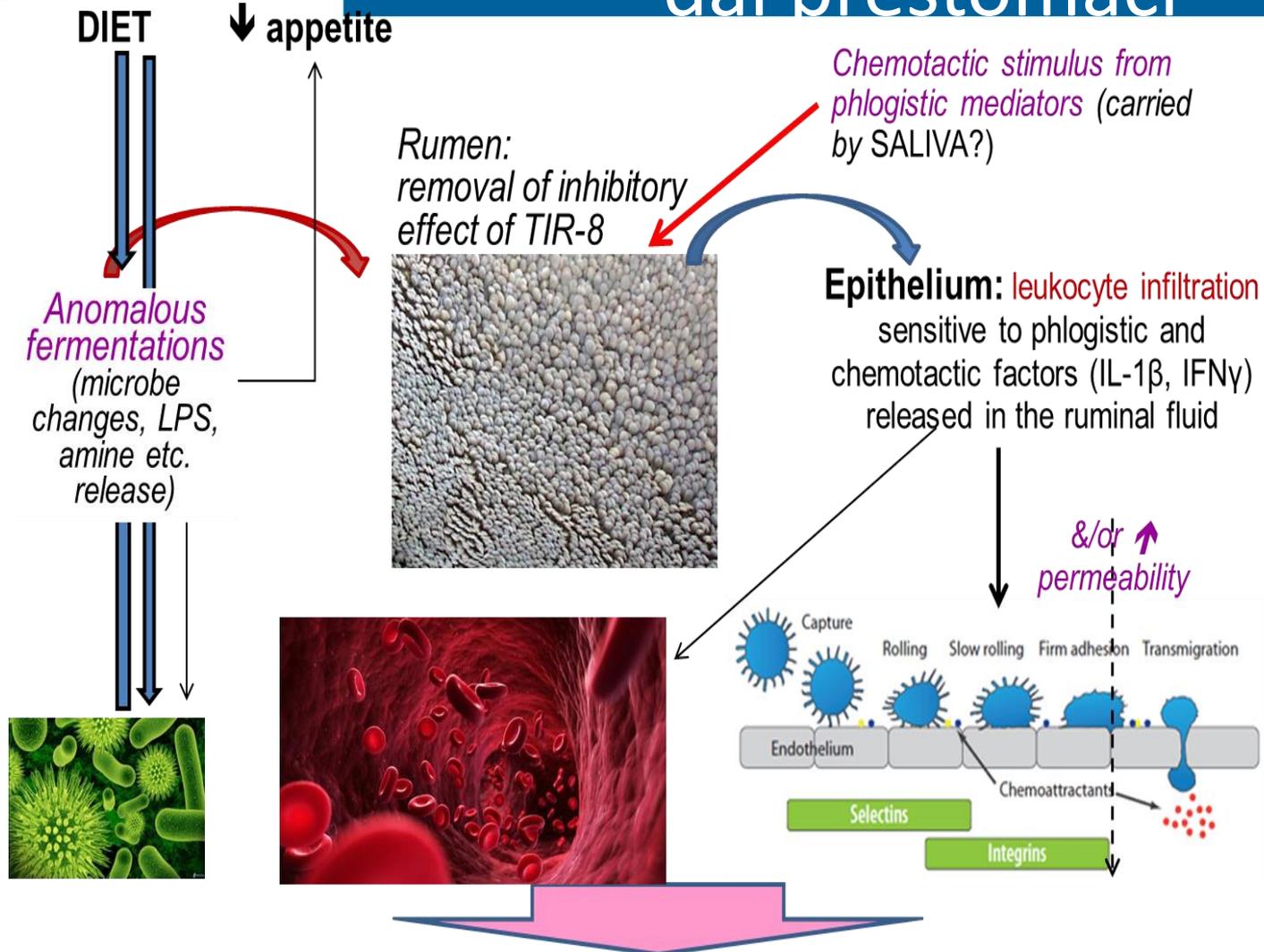
Profilo leucocitario medio nel fluido ruminale (ottenuto da citofluorimetro in 93 bovine in lattazione di 12 allevamenti).

- LINF-B sono le cellule + frequenti
- **Differenze rilevanti tra allevamenti** (interazione con epiteli?)
- **basso pH ruminale correlato con:**
 - basso N° leucociti ruminali ⇒ pH ha effetto inibente?
 - Basso contenuto IgM e Ig tot. ruminali ⇒ pH inibisce loro secrezione o le denatura?
- **IgM & totali negativamente correlate con VFA** ⇒ quindi con basso DMI?
- Alta correlazione tra alcune popolazioni leucocitarie e parametri ematici (PON, bilirubina, Urea, Na, K) & pH fecale ⇒ possibile relazione con stati infiammatori sistemici?



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Ipotesi di attivazione della risposta immunitaria a partire dai prestomaci



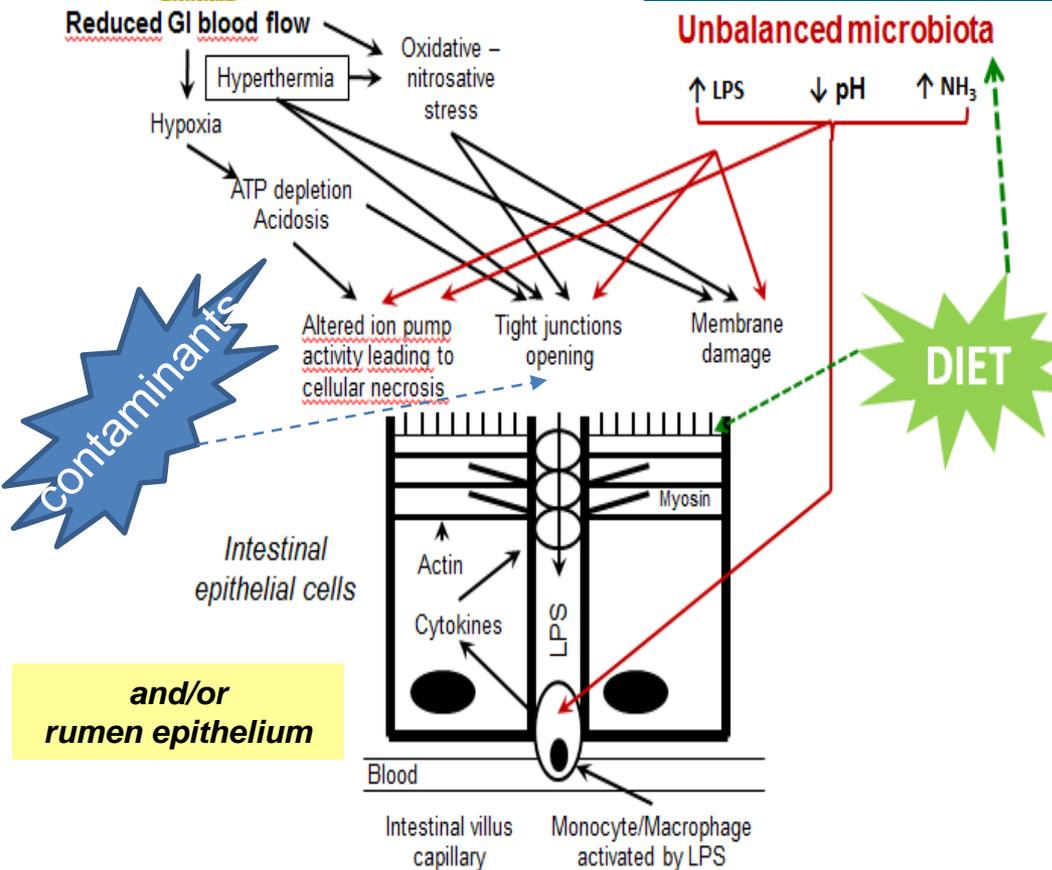
Amplification of phlogistic signals at systemic level: **LAMINITIS?**



- ✓ Immunità dell'epitelio intestinale
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ Considerazioni conclusive



Approcci nutrizionali per mantenere gli epitelii sani ... e buone performance



and/or
rumen epithelium

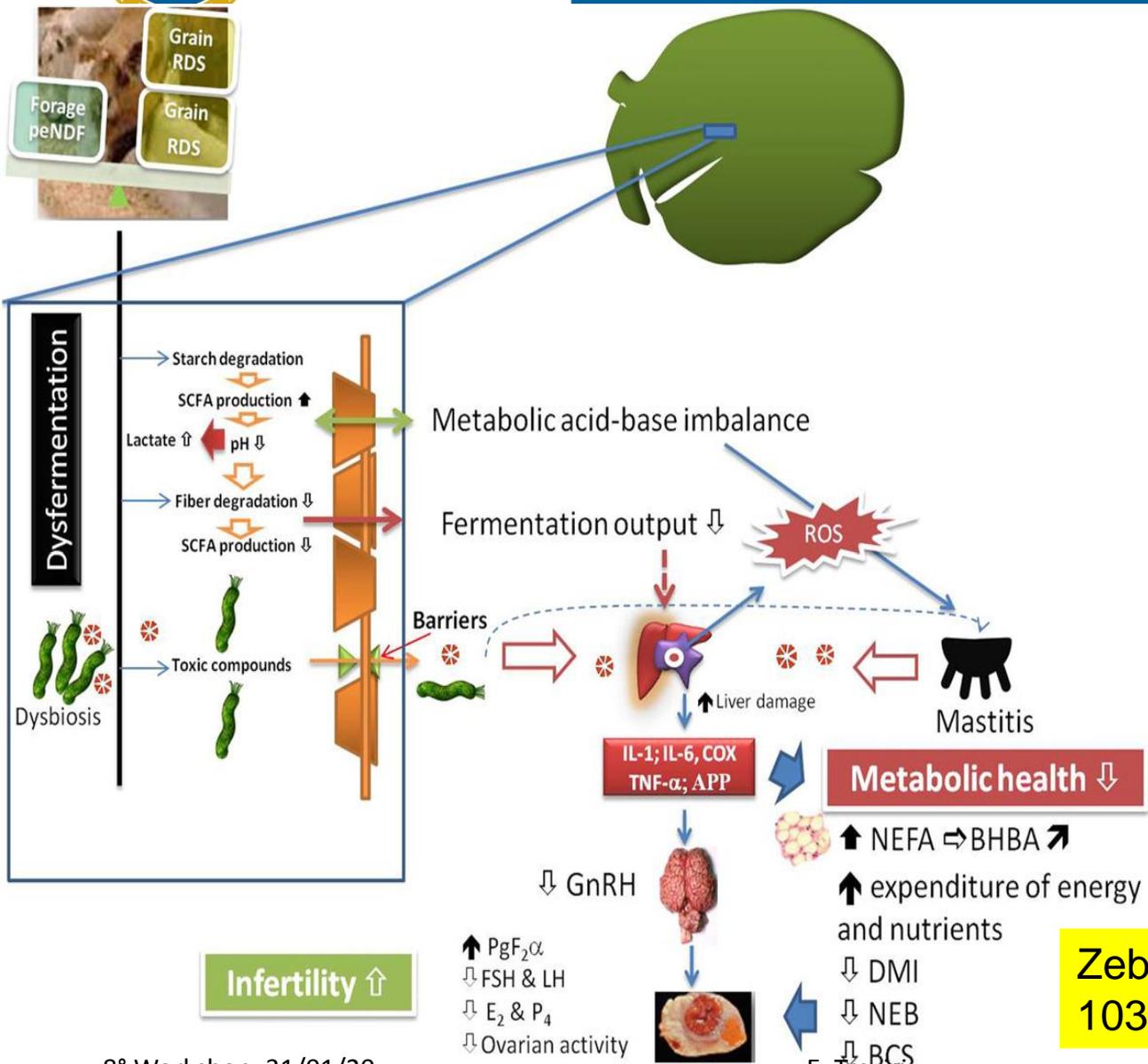
Damage of intestinal mucosa during severe exercise-heat stress, reduced intestinal blood flow and hyperthermia or during microbial overgrowth. GI, gastrointestinal; LPS, endotoxin.

(Adapted from Lambert, 2009 and Cetin et al., 2004).

1. Ottimizzare uso nutrienti che influenzano diret. / indiret. la fz barriera (es. CHO fermentescibili)
2. Limitare ingestione di composti che riducono immuno-competenza (spesso inizia con l'alterazione epitelii)
3. Usare specifici, ma provati modulatori alimentari (pre, pro, sin-biotici; nutraceutici)
4. Sviluppare nuovi indicatori diagnostici per verificare effetti dieta su epitelii (es. lattuloso, Ruminotest®)



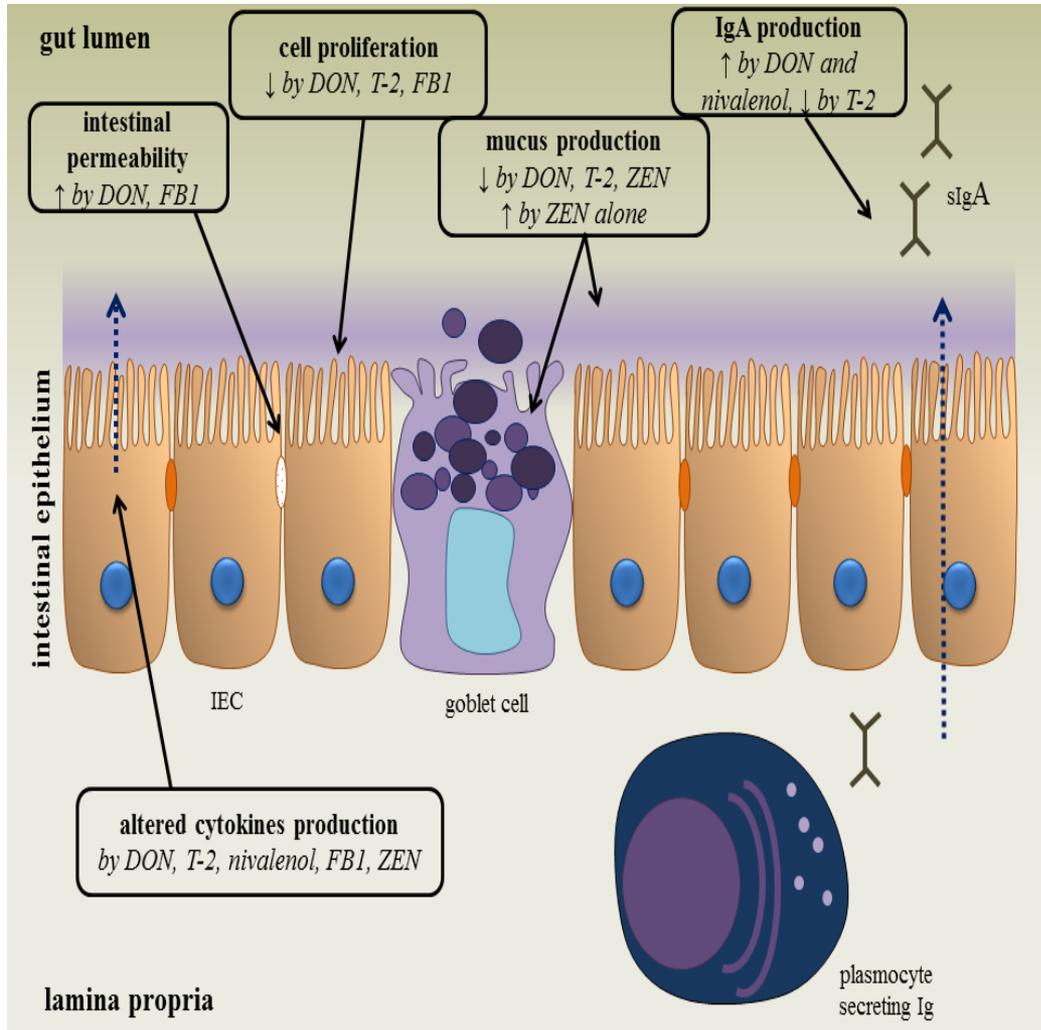
Dieta corretta: evitare eccessi di CHO fermentescibili



1. Una dieta bilanciata è essenziale per mantenere adeguate condizioni metaboliche, specie nel TP
2. Eccessi di CHO possono attivare la risposta di fase acuta nel fegato

Zebeli et al., 2015. RVS 103: 126-136

Effects of mycotoxins on gut barrier & immunity



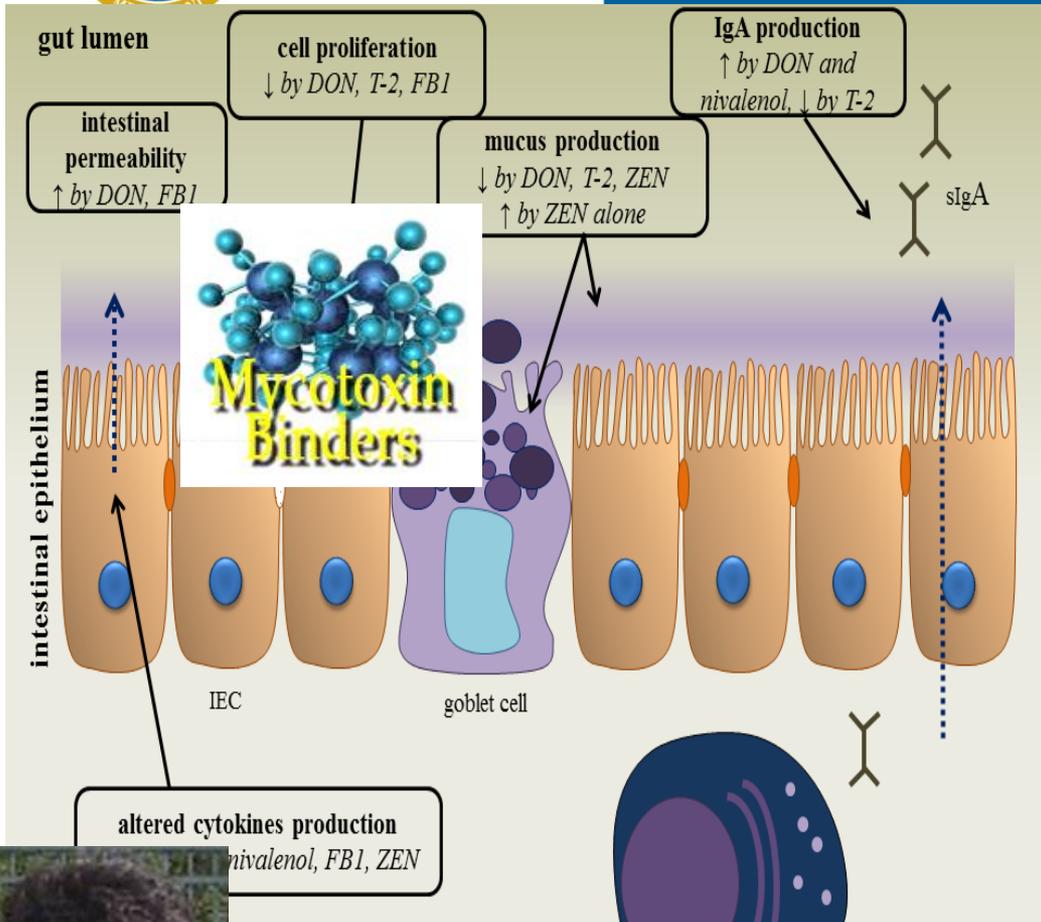
Impact of moderate levels of *Fusarium* mycotoxins (deoxynivalenol = DON, alone or combined with other fusariotoxins) on the intestinal epithelium of COWS (meta-analysis on poultry, Grenier and Applegate, 2013 *Toxins* 5:396-430).

Effects:

1. ↓ villi height (duodenum & jejunum);
2. smaller absorptive area available for nutrient uptake (*i.e. glucose, water*)
3. ↓ intestinal defense against parasitic & bacterial infections
4. Inhibition of recruitment & stimulation of LYM at infection site
5. ↑ intestinal inflammatory response vs pathogens
6. ↑ gut permeability

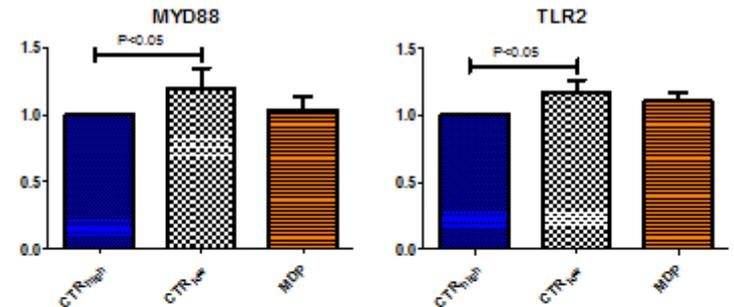


Fusariotoxins on gut barrier?

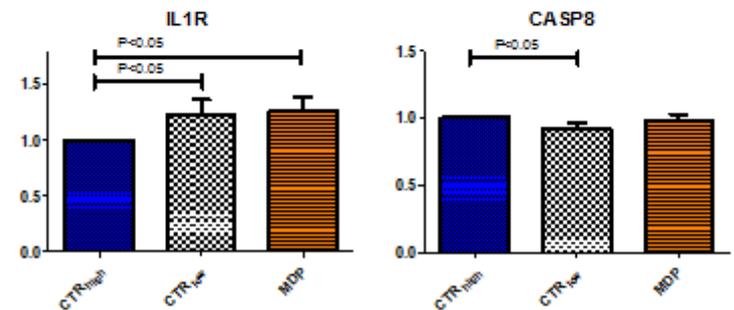


Apposite binders can reduce the impact of *Fusarium* mycotoxins.

- ✓ Lower impact on intestinal epithelium (?)
- ✓ Lower impairment of circulating leukocytes (*Gallo et al. submitted*)
- ✓ Improvement on inflammo-metabolic status of cows



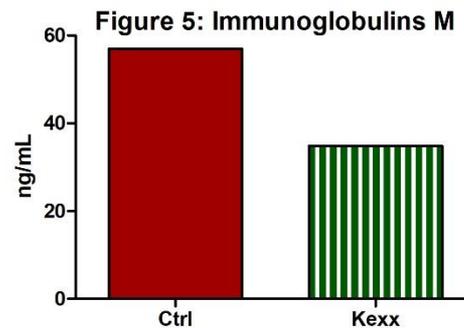
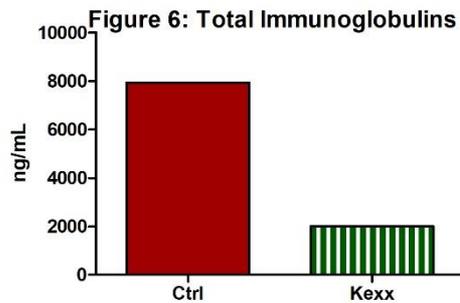
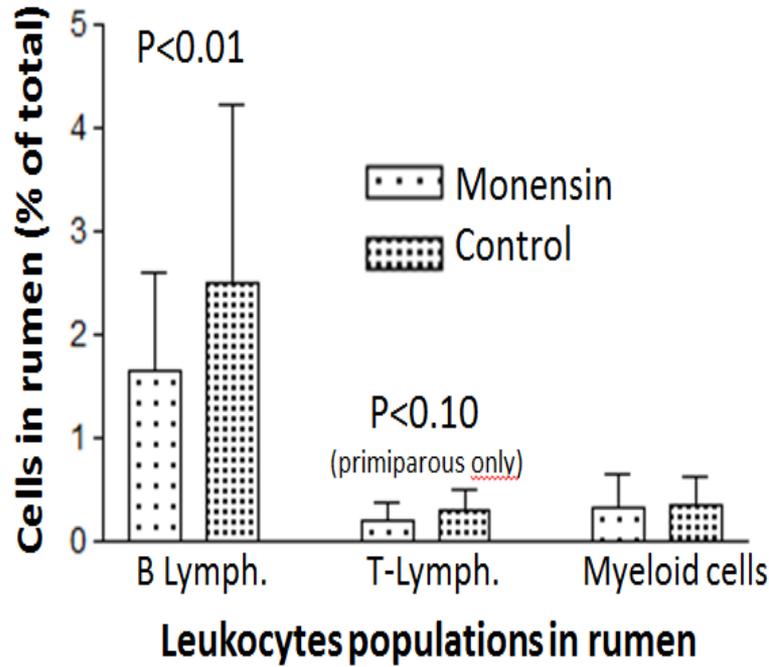
Fold change of gene expression



CTR_{high} (TMR: 1.0 mg/kg DON and 1.1 mg/kg FUM), *CTR_{low}* (TMR: 0.4 mg/kg DON and 0.1 mg/kg FUM); MDP (TMR as *CTR_{high}* + Binder)



Modello ionoforo: modifica la popolazione di leucociti ruminale



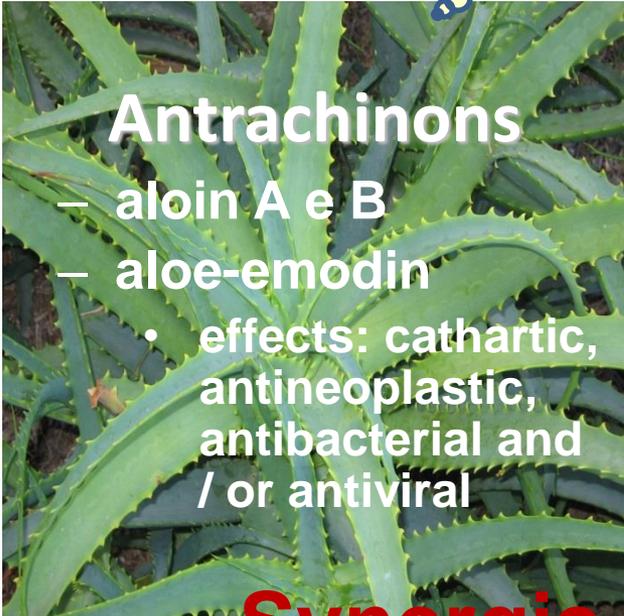
- ✓ Monensina modifica le fermentazioni ruminali (↑ C3/C2) e ↓ n° di leucociti rumine (anche funzioni?)
- ✓ Riconsiderare effetto ionofori nel rumine (*non solo implicazioni "metaboliche" via C3...*)?
- ✓ Valutazione dei leucociti nel rumine può aiutare a valutare l'impatto delle diete sull'adattamento
- ✓ **Quanti nutraceutici con effetti simili?**

Mezzetti et al., 2019 (IJAS 18:1271–1283)



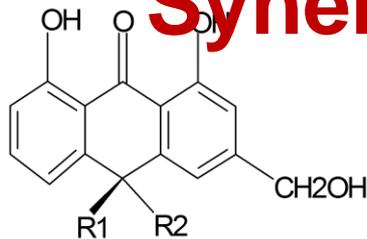
Nutraceutical approach: Aloe arborescens

Un esempio



Antrachinons

- aloin A e B
- aloe-emodin
- effects: cathartic, antineoplastic, antibacterial and / or antiviral



Synergic effect?

Polysaccharides

acemannan

- immunostimulant, anti-inflammatory, healing
- soothing, anti-diabetic, anti-oxidant
- antimicrobial, antiviral

2/3/6-OAc 2/3/6-OAc α-1,6-Gal

| | |

-[β-1,4-Man]x-[β-1,4-Glu]x-[β-1,4-Man]y-[β-1,4-Man]

Exp 1
150 ml/cow/d
homogenate of *Aloe arborescens* (Aloe is Life® - NA, Italy) from -14 to +14 days from calving + 100 UI/L α-tocopherol as stabilizer
(Trevisi et al., 2013)

Exp 2
100 o 200 ml/cow/d
homogenate of *Aloe arborescens* (Dester Garden, Manerba del Garda, BS) from -14 to +14 days from calving
(Mezzetti et al., 2017)

At which level?



La somministrazione di **ALOE arborescens** nel TP (200 g/cow) determina:

- ✓ Minimi effetti a livello ruminale
- ✓ Picco di aloina plasmatico in bovine da latte dopo 3 h. Suggestisce un possibile ruolo a livello: epitelio GIT o sistemico (Bani et al., 2016; IJAS 15:233–240)
- ✓ **Calo delle SCC nel 1° mese di lattazione** (Trevisi et al., 2013 Sci. Tecn. Latt.-Cas., 64 (3-4), 133-142)
- ✓ Riduzione lipomobilizzazione e attenuazione risposta infiammatoria (Trevisi et al., 2013, Mezzetti et al. 2017)

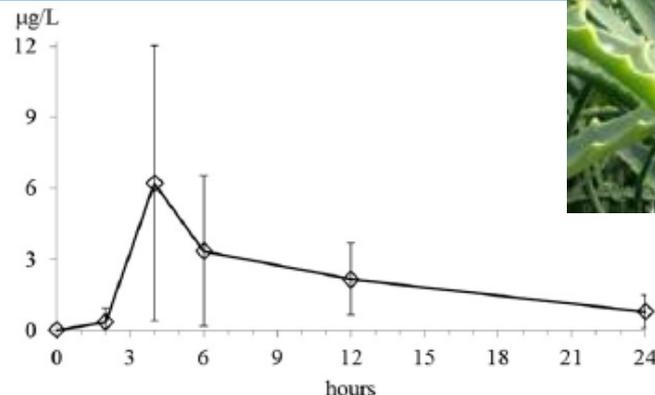
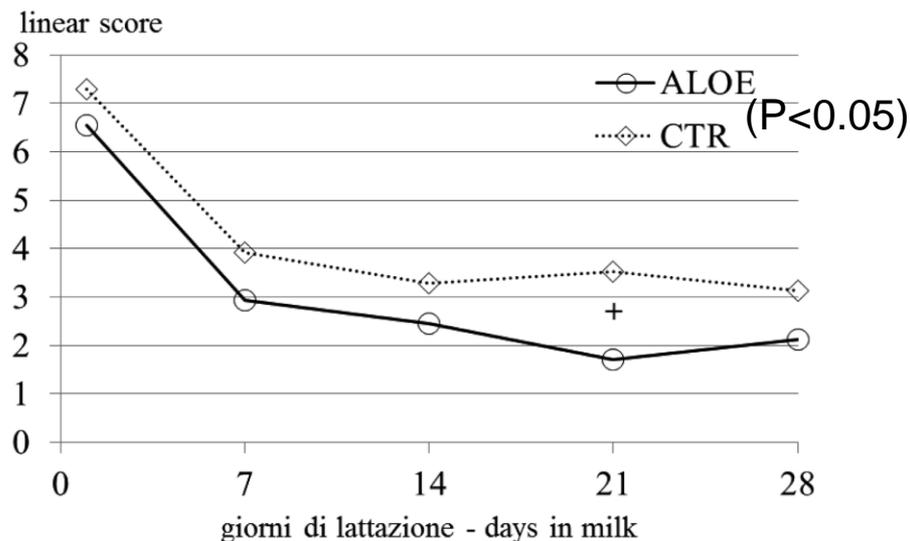


Figure 1. Aloin plasma concentration (mean \pm standard deviation) in cows during the 24 h following oral administration of 200 g of *Aloe arborescens* homogenate.

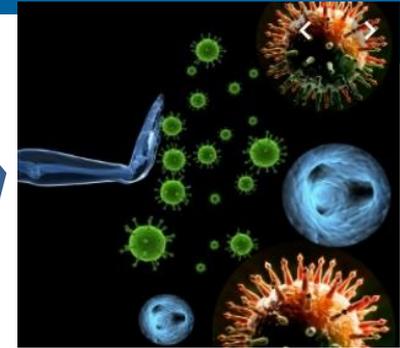
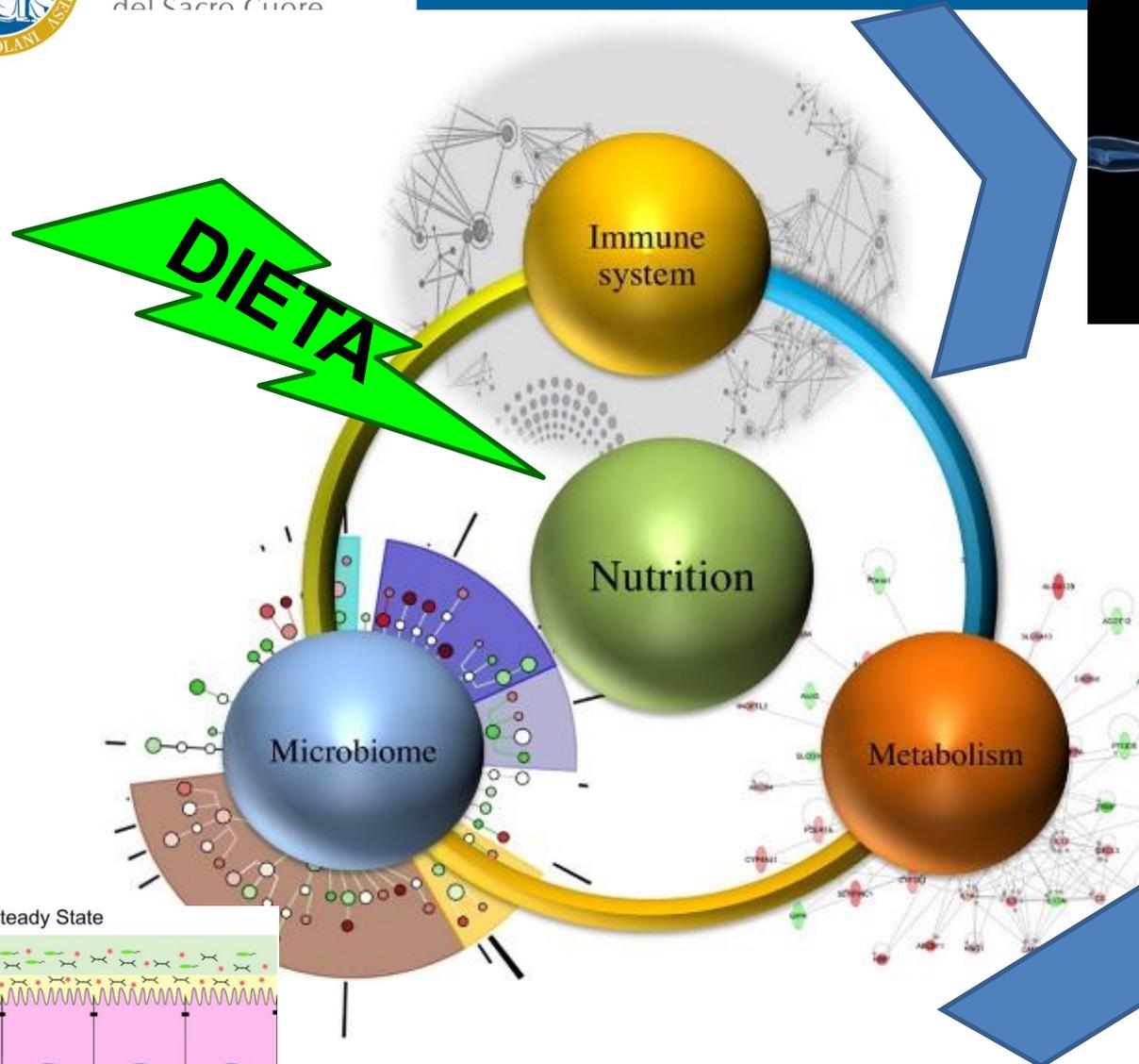




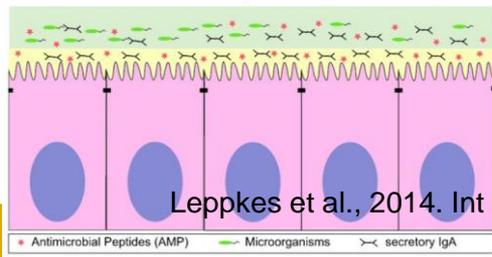
- ✓ Immunità dell'epitelio intestinale
- ✓ Permeabilità all'epitelio intestinale (leaky gut)
- ✓ Prestomaci e intestino: somiglianze / differenze
- ✓ Interazione epitelio / fluido ruminale / Sist. Immunitario
- ✓ Strategie per mantenere un digerente sano
- ✓ **Considerazioni conclusive**



Direzioni in cui operare



Steady State



Leppkes et al., 2014. Int Immunol. 26(9):509-15



UNIVERSITÀ
CATTOLICA

Many thanks for the attention

Questions
are welcome

La STALLA per la **RICERCA**



CERZOO - CREI

Università Cattolica S. Cuore – Piacenza - ITALY



Dr Matteo Mezzetti
Unicatt -
PostDoc

Dr Vincenzo Lopreiato
Unicatt -
PostDoc

Dr Annarita Ferrari
Unicatt -
PostDoc

Dott. Fiorenzo Piccioli Cappelli
Unicatt – Senior
Researcher

Dott. Antonio Gallo
Unicatt – Junior
Researcher

Dr Massimo Amadori
ISZLER - BS



Dott. Andrea Minuti
Unicatt –
PostDoc



Dott. Paolo Bani
Unicatt - Senior
Researcher



Dott.sa Federica Riva
Unimi - Senior
Researcher

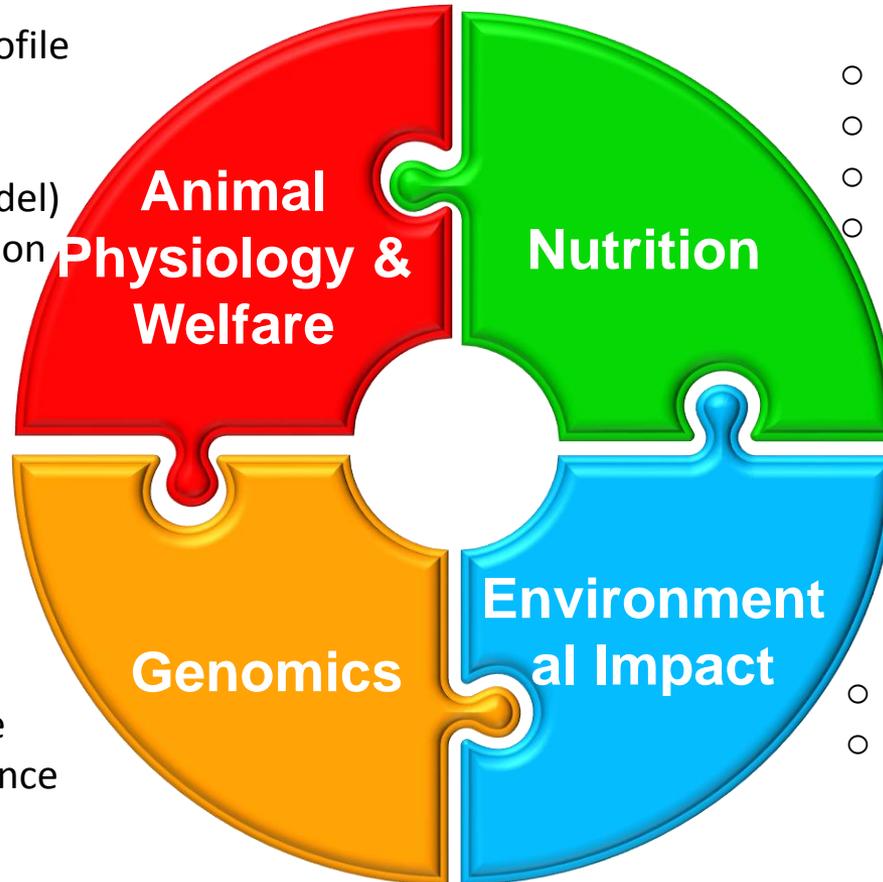




UNICATT - DIANA

Research Activity and Extension Service

- Immuno- metabolic Profile
- -Omics Science
- Animal Welfare Assessment (IDSW model)
- Milk quality (composition & cheesemaking)



- Razio Best
- Feed Evaluation Index
- Nutritional Modelling
- Infrared technologies (MIR- NIR)

- DNA
- RNA
- Proteomic Science
- Metabolomic Science

- Life Cycle Assessment
- Mitigation strategies

MyFarm project

diana-pc@unicatt.it