

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Attivazione dell'immunità innata dopo esposizione ad atmosfere iperbariche in relazione alla composizione corporea

Dipartimento di Scienze e Biotecnologie Medico-Chirurgiche – Università La Sapienza

rita.businaro@uniroma1.it

Dipartimento di Medicina Sperimentale – Università La Sapienza

alessandro.pinto@uniroma1.it



Received: 18 August 2020 | Revised: 16 November 2020 | Accepted: 3 December 2020

DOI: 10.14814/phy2.14691

ORIGINAL RESEARCH

  The Physiological Society | Physiological Reports

Adaptive response triggered by the repeated SCUBA diving is reflected in cardiovascular, muscular, and immune biomarkers

Marko Žarak¹  | Antonija Perović²  | Marina Njire Bratičević²  |
Sandra Šupraha Goreta³  | Jerka Dumić³ 

In quanto forma specifica di attività fisica, a causa di condizioni ambientali difficili (immersione, freddo, iperossia e alta pressione esterna), l'attività subacquea può causare particolari stress nel corpo umano.

Per mantenere l'omeostasi, il corpo attiva numerosi meccanismi molecolari che portano all'adattamento funzionale di diversi organi e tessuti, come il cuore (Breskovic et al., 2011), il polmone (Skogstad et al., 2000), i muscoli (Žarak et al. al., 2020) e vasi sanguigni (Marinovic et al., 2012) e attivazione del sistema immunitario (Sureda et al., 2014).

Received: 18 August 2020 | Revised: 16 November 2020 | Accepted: 3 December 2020

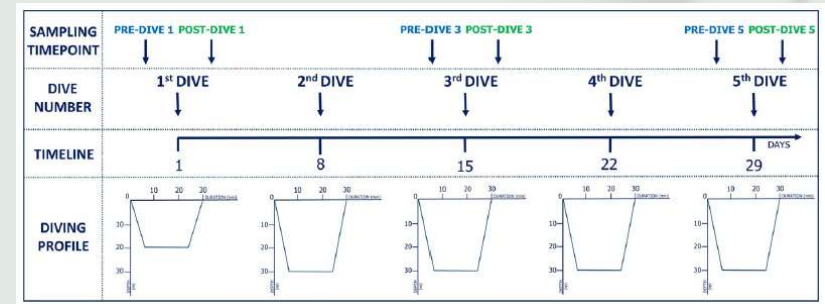
DOI: 10.14814/phy2.14691

ORIGINAL RESEARCH

The Physiological Society
Physiological Reports

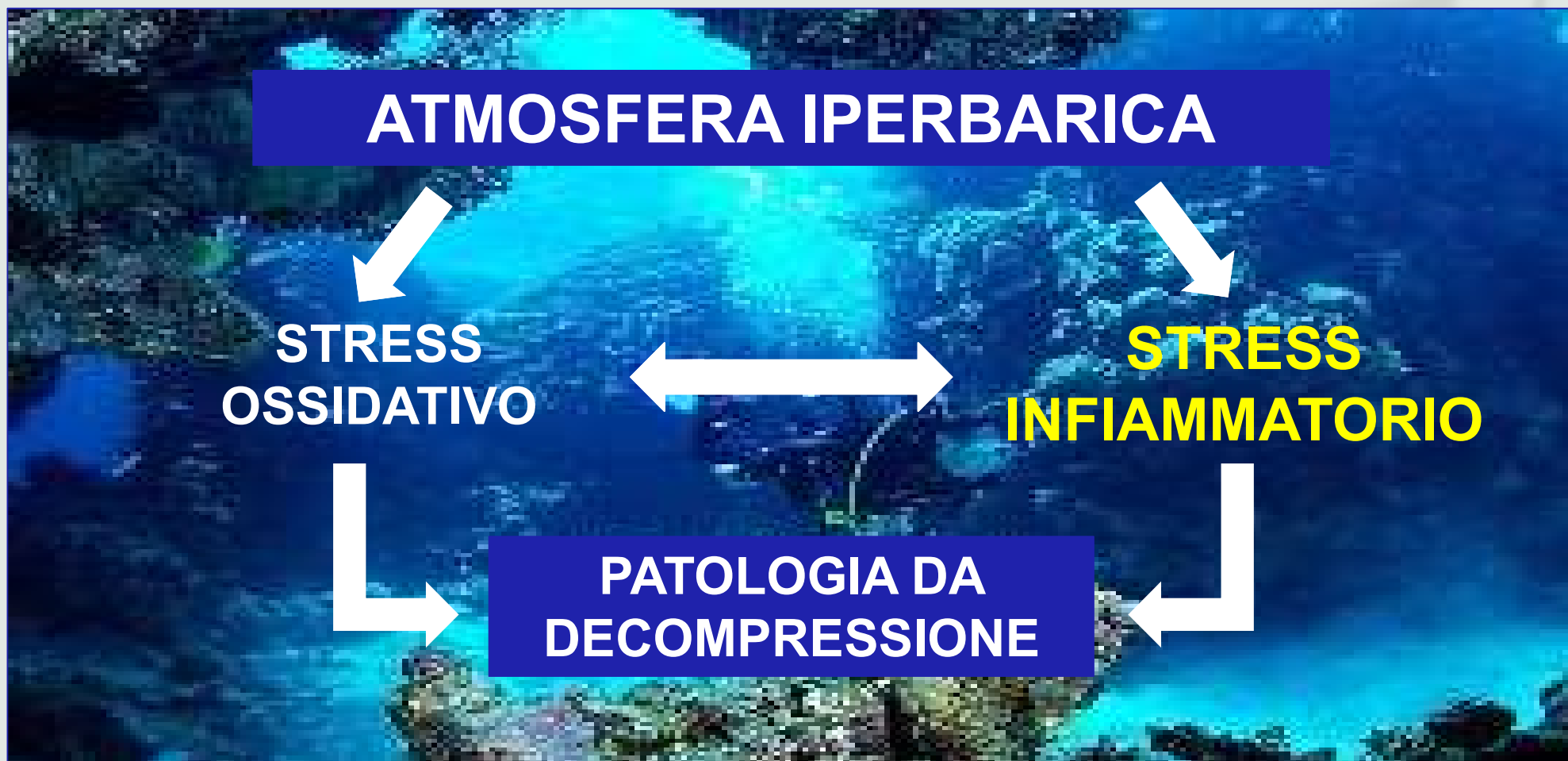
Adaptive response triggered by the repeated SCUBA diving is reflected in cardiovascular, muscular, and immune biomarkers

Marko Žarak¹ | Antonija Perović² | Marina Njire Bratičević² |
Sandra Šupraha Goreta³ | Jerka Dumić³



Study design and blood collection time points

- ✓ In questo studio, è stato dimostrato che le immersioni ripetute (5 immersioni, 1/sett) inducono l'attivazione di una risposta adattativa del sistema cardiovascolare, muscolare e immunitario che si riflette in cambiamenti in specifici biomarcatori.
- ✓ Non è stata osservata alcuna compromissione clinicamente rilevante di tutti i sistemi osservati, ma tutti i biomarcatori misurati hanno mostrato diverse dinamiche di cambiamento in relazione alle immersioni ripetute.
- ✓ Pertanto, sarebbe interessante monitorare la dinamica dei cambiamenti in questi biomarcatori con ripetute immersioni per un periodo di tempo più lungo, fornendo così anche un'opportunità per confermare la risposta adattativa osservata o per rivelare possibili effetti negativi.
- ✓ Gli studi dovrebbero essere progettati con attenzione, perché la frequenza delle immersioni ripetute sembra essere cruciale nell'innescare la risposta adattativa che potrebbe essere registrata dai livelli ematici di biomarcatori specifici.



I risultati degli studi che hanno analizzato questa relazione sono, a tutt'oggi, incoerenti e controversi.

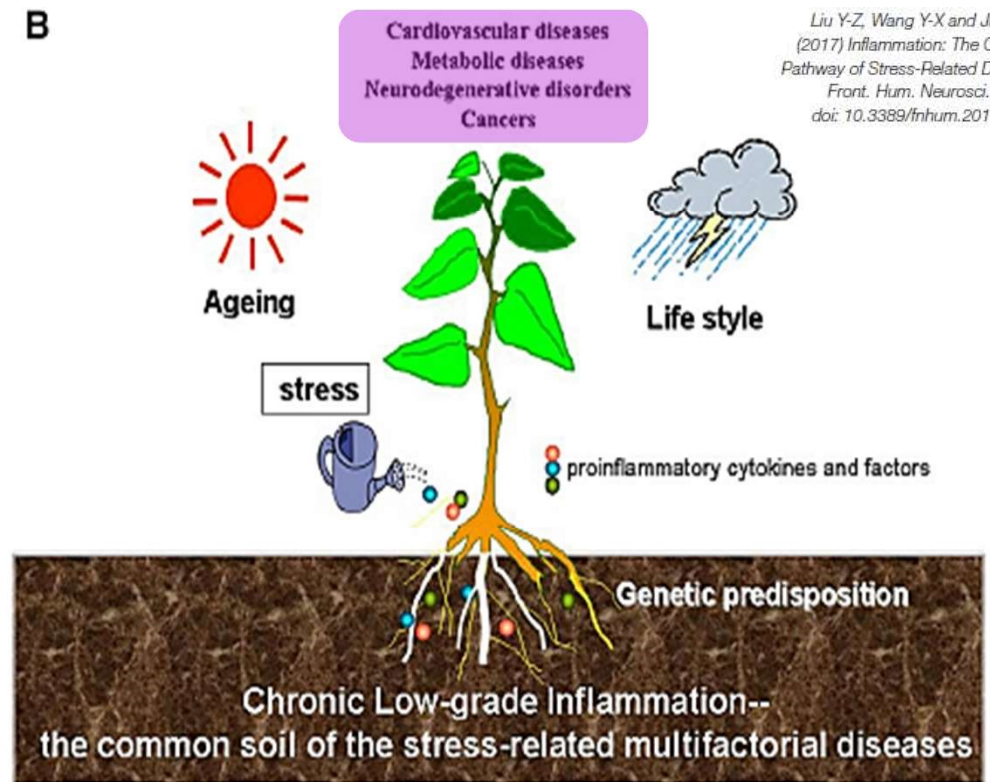
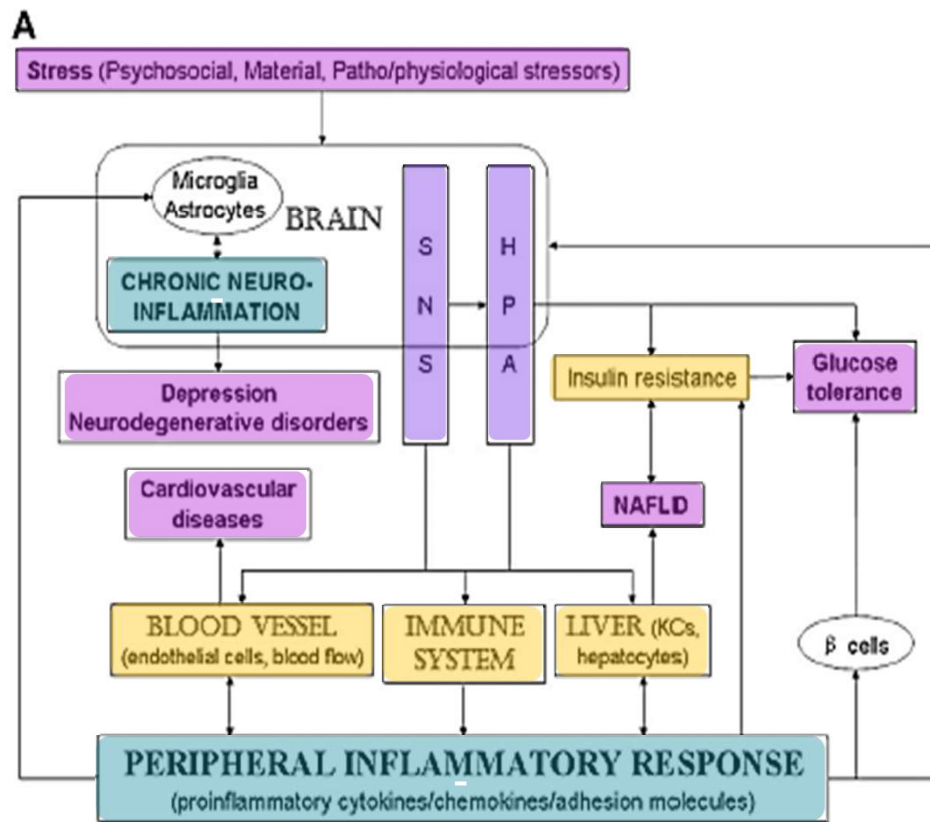
STRESS: è una condizione in cui l'omeostasi è minacciata da un fattore di stress psicologico, ambientale o fisico, che provoca risposte fisiologiche e/o comportamentali, che possono esitare in un evento patologico acuto o cronico, in particolare quando il corpo è costretto a operare oltre la sua capacità (Landsbergis, 2003).



Lo stress può attivare la risposta infiammatoria a livello periferico e a livello del SNC.

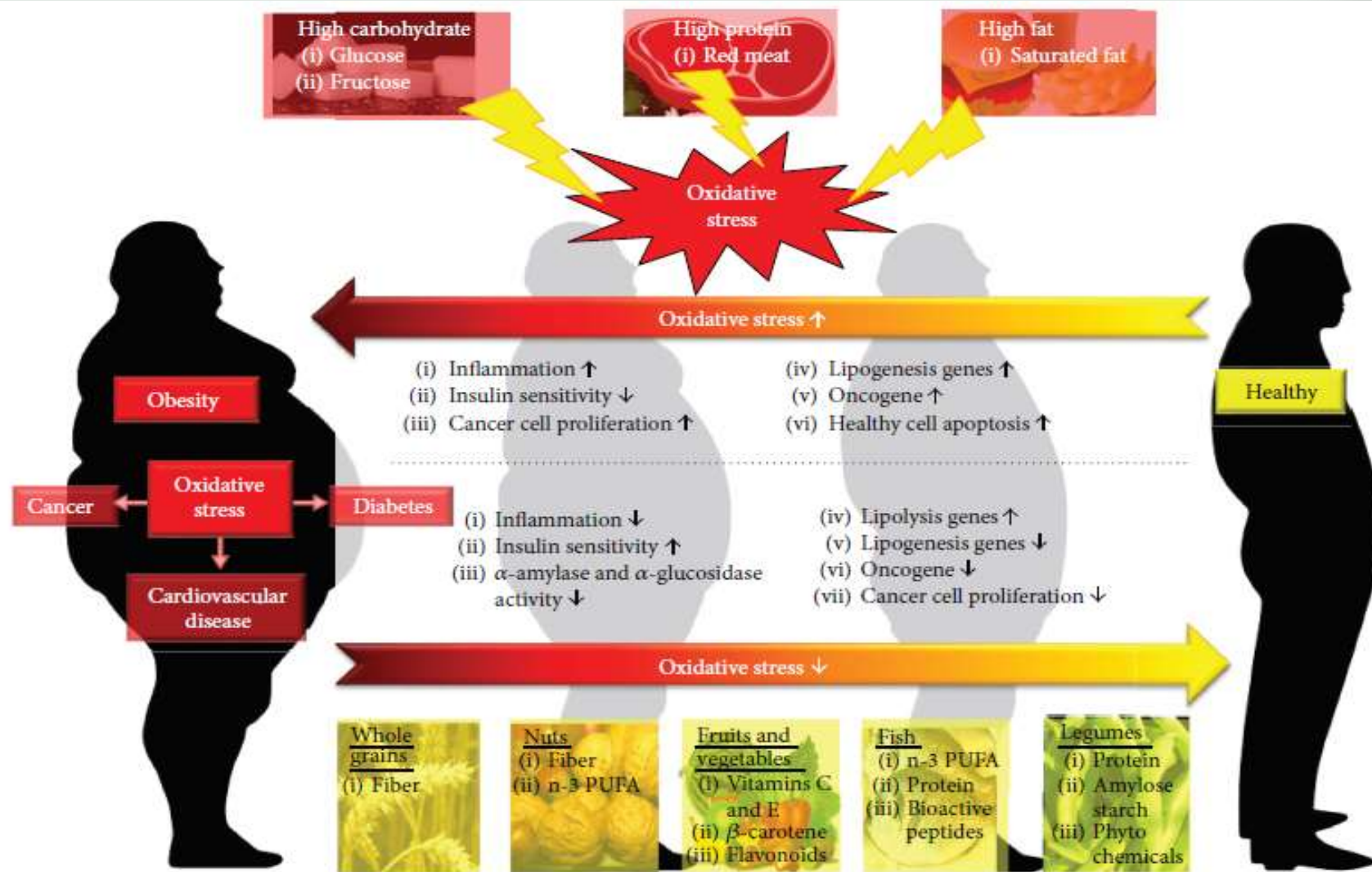


Il pathway infiammatorio costituisce la base molecolare comune alla patogenesi di molte malattie croniche. Uno stato infiammatorio eccessivo e persistente gioca un ruolo fondamentale nella progressione e/o nell'insorgenza di malattie legate allo stress. **Vi è un numero crescente di prove a sostegno del fatto che la risposta infiammatoria costituisce il "terreno comune" delle malattie multifattoriali, comprese le malattie cardiovascolari e metaboliche, i disturbi psico-degenerativi e i tumori.**



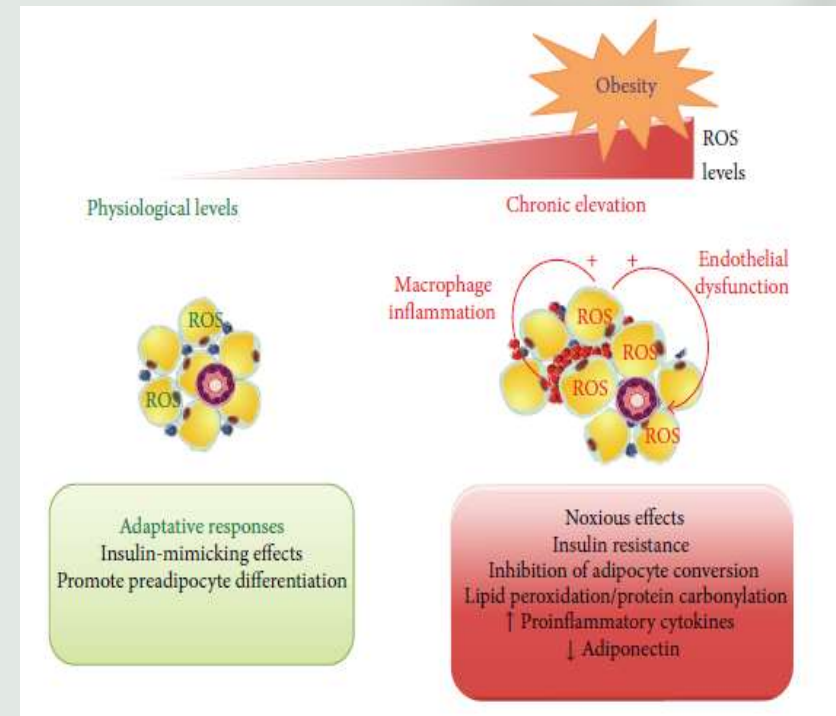
Liu Y-Z, Wang Y-X and Jiang C-L
(2017) Inflammation: The Common
Pathway of Stress-Related Diseases.
Front. Hum. Neurosci. 11:316.
doi: 10.3389/fnhum.2017.00316

(SNS) sympathetic nervous system; (HPA) hypothalamic-pituitary-adrenal axis; (NAFLD) non-alcoholic fatty liver disease



Tan BL, Norhaizan ME, Liew WP. Nutrients and Oxidative Stress: Friend or Foe? *Oxid Med Cell Longev*. 2018 Jan 31;2018:9719584

- ✓ Le citochine pro-infiammatorie → macrofagi e monociti → ROS e RNS → fattori di trascrizione sensibili al potenziale redox cellulare, quali l'NF-κB e la NADPH ossidasi (NOX) → ulteriore rilascio di citochine pro-infiammatorie.
- ✓ Nei soggetti obesi, la suscettibilità al danno da stress ossidativo, è amplificata dal deficit dei sistemi antiossidanti (superossido dismutasi (SOD), glutazione perossidasi (GPx) e catalasi (CAT), vitamina A, vitamina E, vitamina C e β-carotene).
- ✓ L'aumento dei livelli plasmatici di FFA, associato all'obesità viscerale, aumenta la produzione mitocondriale e perossisomiale di ROS.
- ✓ I prodotti finali di glicazione avanzata (AGE) attivando il *Plasma Membrane Redox System* (PMRS) contribuiscono alla generazione di radicali superossido e di altre specie reattive dell'ossigeno e dell'azoto (ROS/RNS) da parte della NADPH ossidasi.



Le Lay S, Simard G, Martinez MC, Andriantsitohaina R. Oxidative stress and metabolic pathologies: from an adipocentric point of view. *Oxid Med Cell Longev*. 2014

INFIAMMAZIONE



malattia coronarica (CHD) e le altre forme di malattie aterosclerotiche cardiovascolari (CAD), la sindrome metabolica (MetS), il diabete mellito di tipo 2 (DMT2), alcuni tumori e le malattie neurodegenerative



STRESS OSSIDATIVO

ROS / RNS

ROS / RNS

Stress, Inflammation, and Defense of Homeostasis

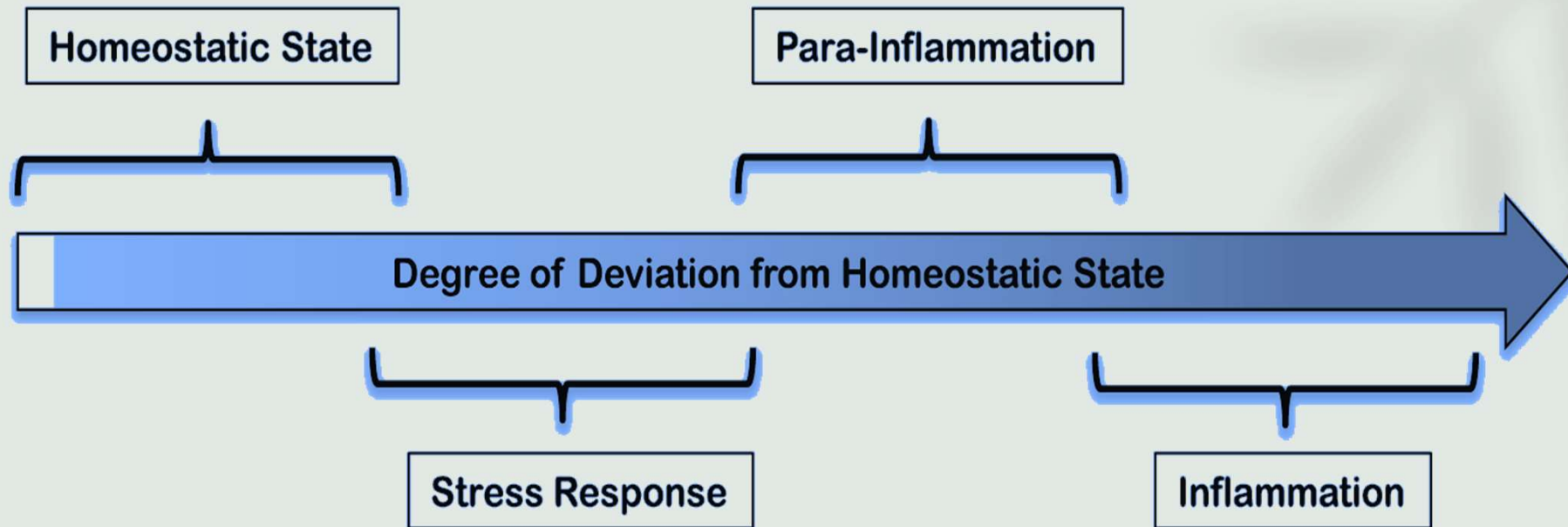
Raj Chovatiya¹ and Ruslan Medzhitov^{1,*}

¹Yale University School of Medicine, Howard Hughes Medical Institute, 300 Cedar Street, New Haven, CT 06520, USA

*Correspondence: ruslan.medzhitov@yale.edu
<http://dx.doi.org/10.1016/j.molcel.2014.03.030>

LO SPETTRO INFIAMMATORIO

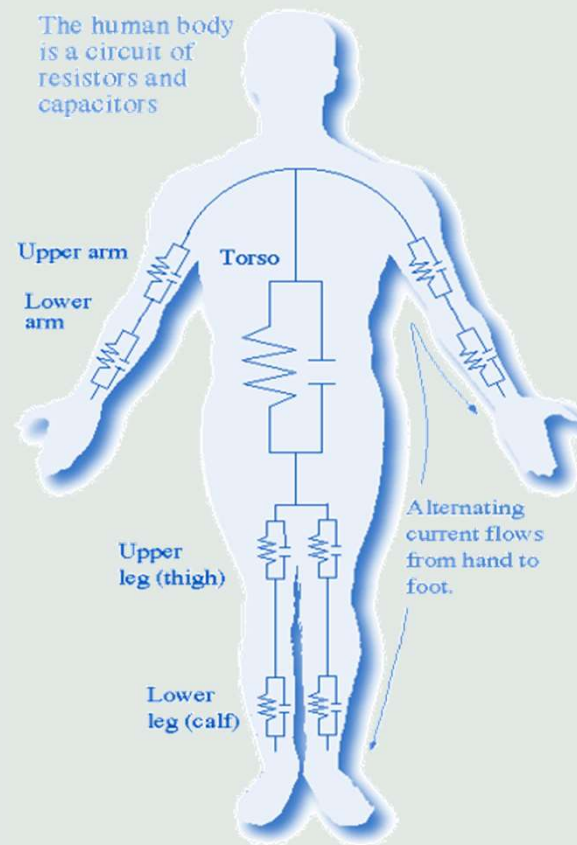
La risposta infiammatoria è l'estremo di uno spettro che va dallo stato omeostatico alla risposta allo stress, alla para-infiammazione e infine all'infiammazione.



Esistono enormi differenze nella risposta individuale allo stress, così come nella suscettibilità alle malattie, in cui lo stress può svolgere un ruolo patogenetico.

La bioimpedenza è l'approccio più ampiamente studiato nella ricerca clinica e utilizzato dai medici per la valutazione nutrizionale, grazie alla convenienza, alla portabilità e alla facilità d'uso dei dispositivi.

Una misurazione bioimpedenziometrica richiede meno di 15 minuti ed è completamente non invasiva, il che la rende vantaggiosa per le misurazioni ripetute.

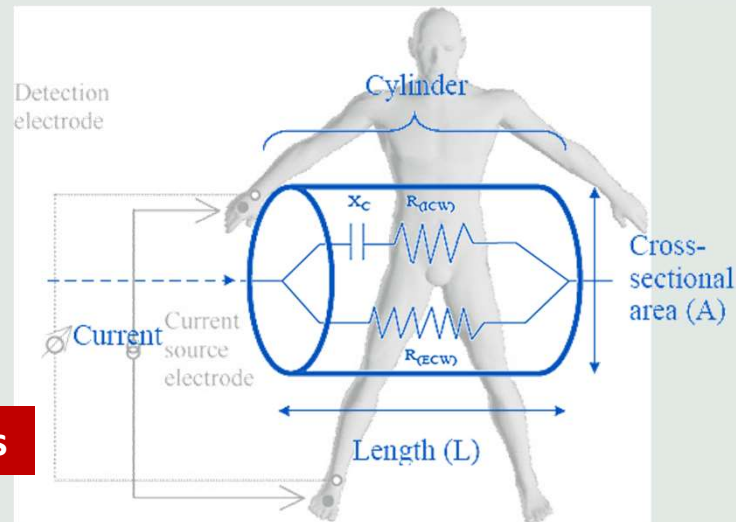


Come la maggior parte dei metodi di composizione corporea, i dispositivi di bioimpedenza non misurano direttamente la composizione corporea; forniscono stime indirette dalla misura della resistenza dei tessuti corporei a una corrente elettrica alternata.

I dati di impedenza vengono registrati dal dispositivo di bioimpedenza

applicazione di una
debole corrente
alternata a una o
più frequenze

injection electrodes

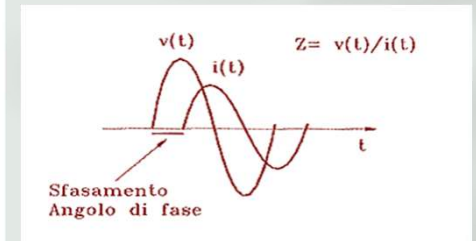
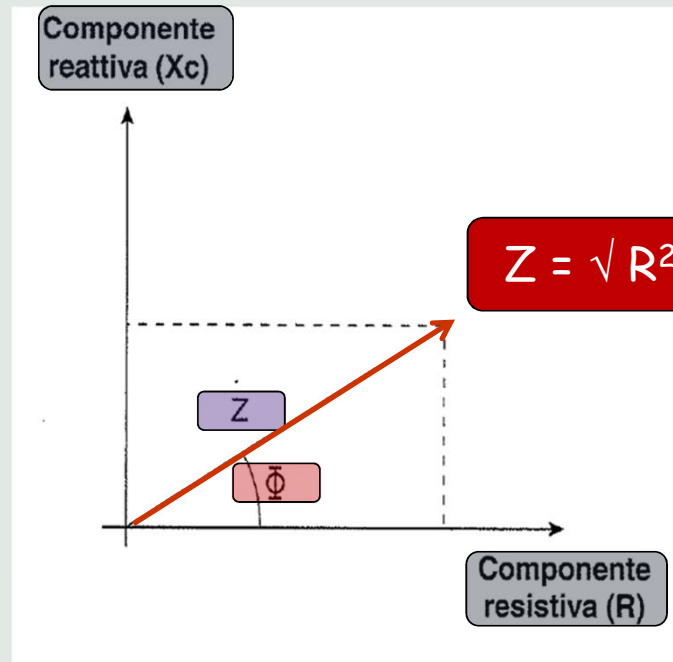
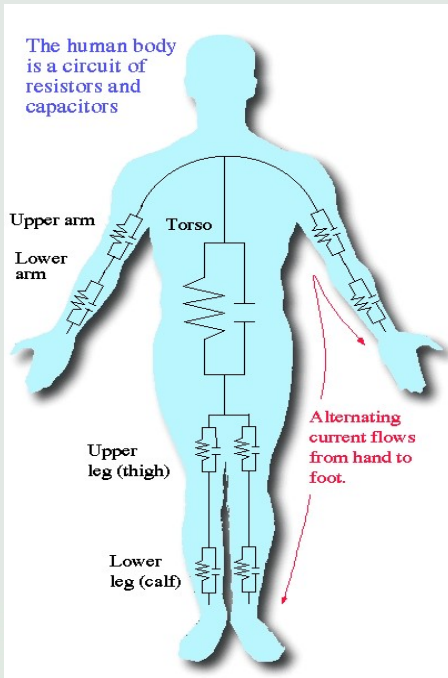


caduta di tensione
quando la corrente
passa attraverso il corpo
(cioè, impedenza)

detection electrodes

KEY POINTS

- ✓ Il corpo umano è rappresentato da 5 cilindri con sezione trasversale costante (per questo motivo è fondamentale standardizzare la procedura di analisi a partire dalla posizione del soggetto).
- ✓ Le ipotesi di geometria corporea sono violate negli individui con obesità e in quelli con arti più lunghi o più corti della media.
- ✓ Utilizzare elettrodi con una superficie sufficiente ($\geq 4 \text{ cm}^2$) e utilizzare cavi specifici del dispositivo forniti dal produttore.
- ✓ Posizionamento degli elettrodi: a seconda del dispositivo (misurazione supina o in piedi) e se lo scopo è ottenere misurazioni di tutto il corpo o segmentali.
- ✓ Piccole variazioni nel posizionamento degli elettrodi prossimali possono introdurre errori nelle misurazioni dell'impedenza (di circa il 2%).



Clinical Nutrition (2004) 23, 1228-1243

ELSEVIER

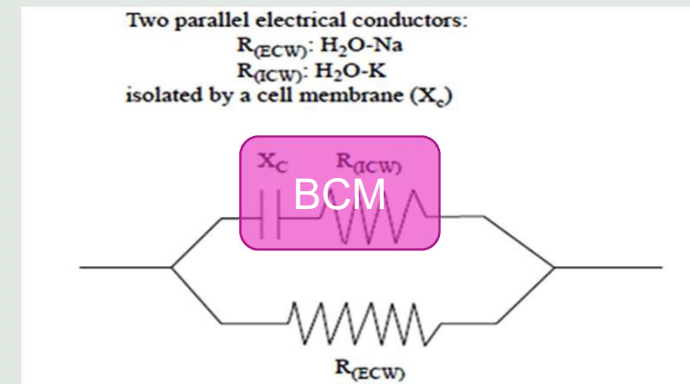
Clinical Nutrition
www.elsevier.com/locate/cln

ESPEN GUIDELINES

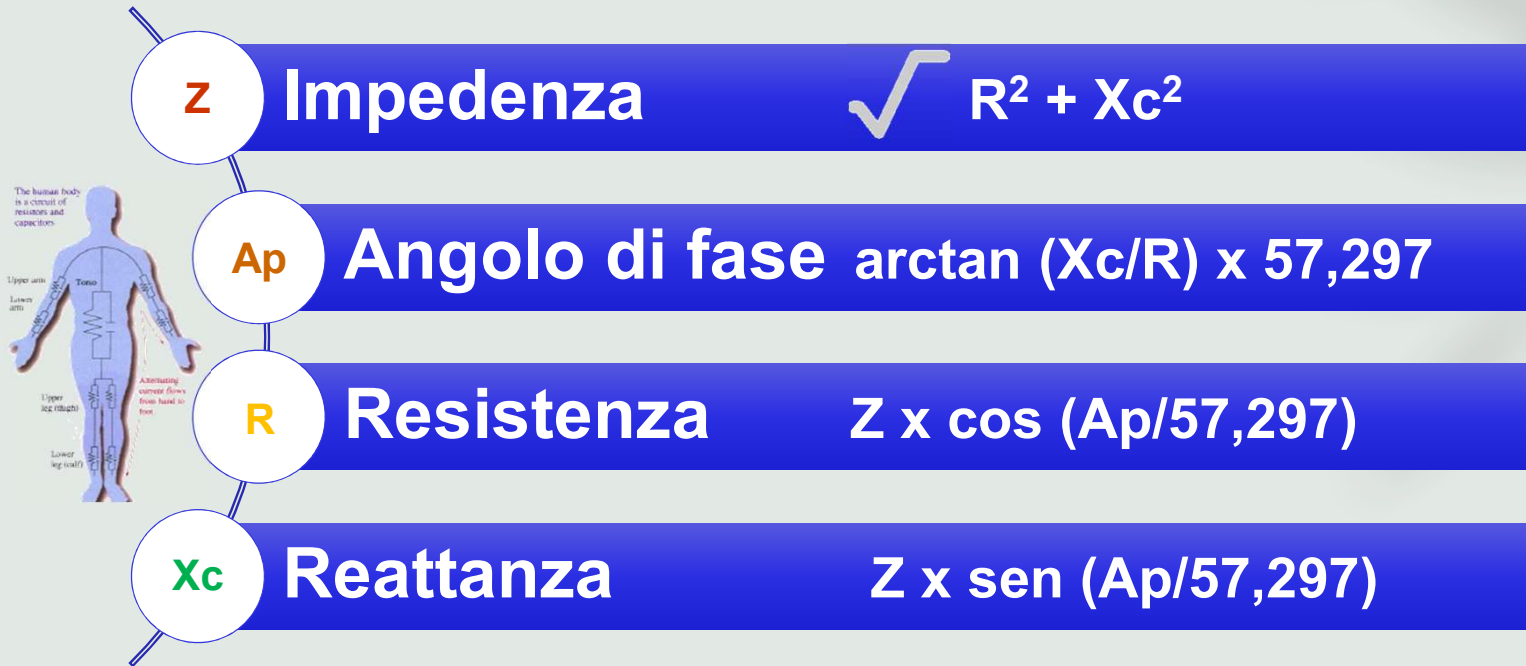
Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods

Ursula G. Kyle^a, Ingvar Bosaeus^b, Antonio D. De Lorenzo^c, Paul Deurenberg^d, Marinos Elia^e, José Manuel Gómez^f, Berit Lilienthal Heitmann^g, Luisa Kent-Smith^h, Jean-Claude Melchiorⁱ, Matthias Pirlich^j, Hermann Scharfetter^k, Annette M.W.J. Schols^l, Claude Picard^{m,*}, Composition of the ESPEN Working Group

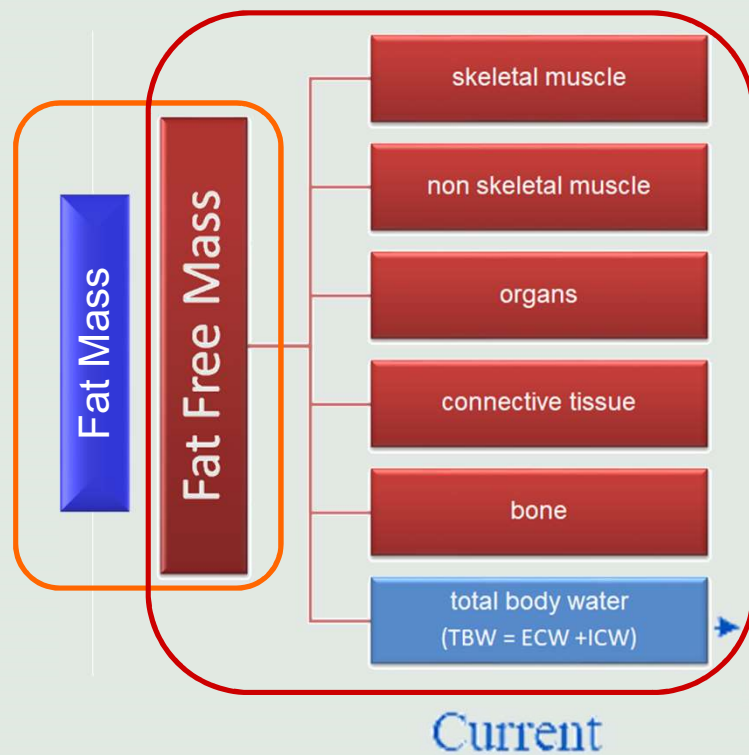
Il corpo umano consiste di resistenze e di condensatori disposti in parallelo e/o in serie. Nel modello in parallelo, 2 o più resistenze e condensatori sono connessi in parallelo e la corrente alle alte frequenze attraversa il compartimento intracellulare e alle basse frequenze il compartimento extra-cellulare.



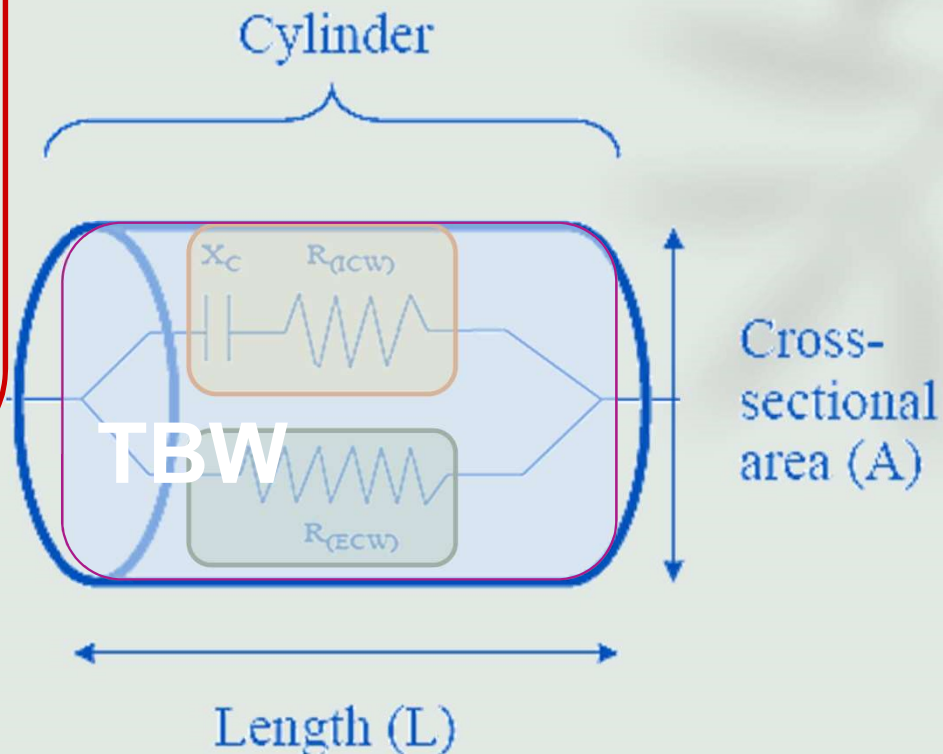
BIOIMPEDENZIOMETRIA: misure dirette



compartimenti stimati attraverso equazioni di regressione
TBW – FFM – FM – ECW – ICW – BCM



Il modello a 2 componenti della composizione corporea descrive il corpo come la somma della massa grassa (FM) e della massa magra (FFM).



La FFM può essere stimata dalle misurazioni TBW utilizzando la seguente equazione:

$$TBW \text{ kg} / 0,73 = FFM \text{ kg}$$

in base alla costante di idratazione standard per FFM.

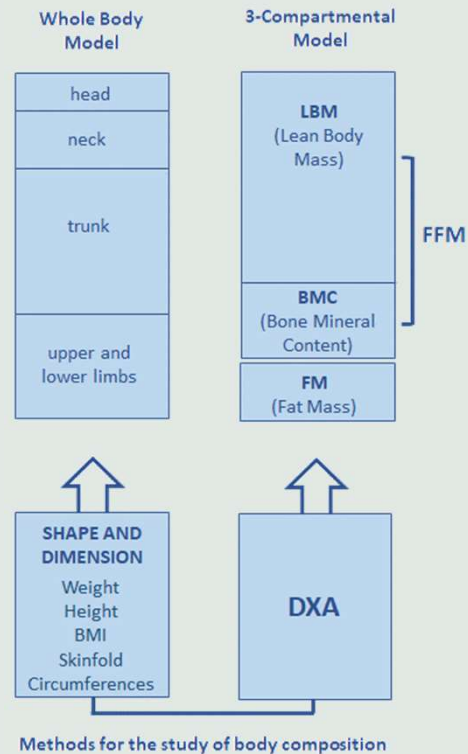
Questa costante di idratazione ha dimostrato di essere notevolmente stabile in condizioni sane e euidratate, ma varia in condizioni cliniche in cui l'idratazione può essere alterata ed è stato dimostrato essere leggermente superiore (>0,75) negli individui con obesità estrema.

DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY (DXA)



Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), fornisce una stima accurata della massa magra (FFM), della massa grassa (FM) e della massa ossea (BMD, BMD). Lo strumento è l'Hologic 4500 RDR, che ha un coefficiente di variazione $<1,5\%$ per massa grassa e massa magra corporea. L'esame viene eseguito nel rispetto della standardizzazione della procedura prevista nel manuale fornito dal produttore e nel "Body Composition Procedures Manual" NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), 2016

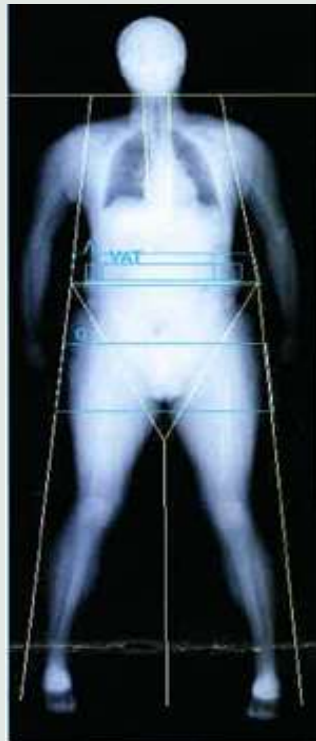
Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): body composition assessment



DXA valuta la composizione corporea umana secondo un modello a 3 compartimenti (BMC, FM, LBM) a livello **total body** e/o di **Region Of Interest** selezionate (braccia, gambe, tronco, testa ecc., delimitate ad hoc dal software) .

Modified by: Pellegrini M and Battistini NC. Body composition: models and assessment methodologies. In Mariani Costantini A, Tomassi G, Cannella C, Eds. Il Pensiero Scientifico Editore, Rome, IT, 2016, III ed: 549-570

Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): body composition assessment



- DXA viene utilizzata per generare un valore di riferimento per la massa muscolare scheletrica appendicolare (ASM), sommando il LBM delle braccia e delle gambe sinistra e destra.
- Le linee guida dello European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) suggeriscono di utilizzare la DXA per rilevare la "massa muscolare ridotta" nella pratica clinica, mentre considerano più appropriato l'uso di TC e risonanza magnetica nell'ambito della ricerca.
- Possono essere stimati: il tessuto adiposo viscerale, indici di adiposità (FM/Ht², android/ginoid ratio, % Fat Trunk/%fat Legs, Trunk/Limb FM ratio) e indici di massa magra (Lean/Ht², Appendicular Lean/Ht²).

Earthman CP. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside: A Tutorial on Research Considerations and Clinical Applications. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2015 Sep;39(7):787-822; Going S, Hingle M and Farr J. Body composition. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, et al, eds. Modern Nutrition in Health and Disease. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; Eleventh Edition 2014: 635-648; Messina C, et al. Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. Quant Imaging Med Surg. 2020 Aug;10(8):1687-1698

Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): technical features (1)

- Gli strumenti DXA di ultima generazione consentono la valutazione della composizione corporea con un'unica scansione di tutto il corpo (bassa esposizione alle radiazioni, circa 4-5 μSv ; tempo di acquisizione veloce, circa 5 min), fornendo immagini ad alta risoluzione e dati accurati e precisi.
- Le possibili differenze tra i report DXA sono principalmente legate agli strumenti dei diversi produttori, alla metodologia di calibrazione e scansione utilizzata, agli algoritmi applicati nella ripartizione della massa dei tessuti molli, alla standardizzazione della procedura di misurazione e, infine, alla popolazione di riferimento applicata nell'analisi dei dati e diagnosi.

Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, Horie LM, Corrêa FG, Barrere APN, Toledo DO. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*. 2019 Jun;62:25-31
Ellis K.J. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*. 2000 Apr;80(2):649-80

Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): technical features (2)

Accuracy	BMC, LBM and FM values estimated by DXA are well correlated with CT, MRI, BIA and multi-compartmental model based on Neutron Activation Analysis (NAA)	NAA agreement to within 2-3%
Precision	DXA has a high degree of precision	CV for LBM 1%–2%
MDC	The minimal detectable change for DXA-measured LBM (based on the precision)	about 3%–6%
Hydration Levels	Considerable increase or decrease in hydration levels is necessary to bias DXA estimate of STM	5% hydration variation biases DXA estimates of FM% by 1% to 2,5%

Earthman CP. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside: A Tutorial on Research Considerations and Clinical Applications. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2015 Sep;39(7):787-822;

Ellis K.J. Human body composition: in vivo methods. Physiol Rev. 2000 Apr;80(2):649-80

Going S, Hingle M and Farr J. Body composition. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, et al, eds. Modern Nutrition in Health and Disease. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; Eleventh Edition 2014: 635-648



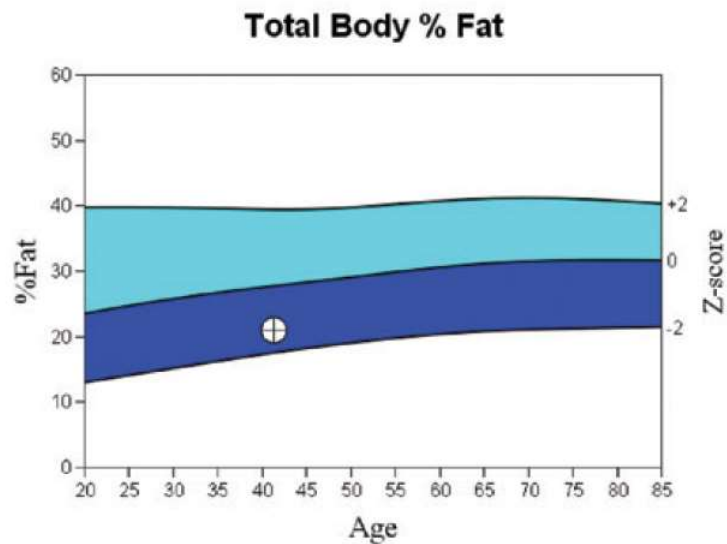
Rapporto DXA Total Body. La mappatura dell'imaging a colori della composizione corporea può essere utile come strumento di consulenza.

Il software DXA può visualizzare le misurazioni DXA insieme a una mappatura dell'immagine a colori rappresentativa del tessuto "grasso" e "magro".

L'immagine a colori mostra le quantità relative di tessuto adiposo e magro nell'immagine DXA, con le regioni gialle che rappresentano una percentuale di grasso più alta e le regioni arancioni e rosse che indicano una percentuale di grasso progressivamente più bassa. Le regioni contenenti osso sono indicate in blu.

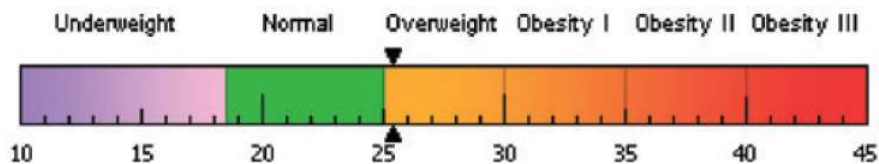
Si noti che l'immagine a colori non contiene informazioni diagnostiche.

A scopo diagnostico le misure DXA devono essere confrontate con il database NHANES.



Source: 2008 NHANES White Male

World Health Organization Body Mass Index Classification
 BMI = 25.4 WHO Classification Overweight



BMI has some limitations and an actual diagnosis of overweight or obesity should be made by a health professional. Obesity is associated with heart disease, certain types of cancer, type 2 diabetes, and other health risks. The higher a person's BMI is above 25, the greater their weight-related risks.

Il software genera anche una curva di riferimento per genere ed etnia, in questo caso per la percentuale di grasso corporeo totale rispetto all'età.

Il grafico fornisce una rappresentazione grafica della misurazione del paziente rispetto ai coetanei di pari età.

Body Composition Results

Region	Fat Mass (g)	Lean + BMC (g)	Total Mass (g)	% Fat	%Fat Percentile	
					YN	AM
L Arm	941	3629	4570	20.6	40	24
R Arm	1024	3799	4822	21.2	42	25
Trunk	8208	33674	41881	19.6	24	8
L Leg	3070	11047	14117	21.7	24	17
R Leg	3581	11614	15195	23.6	32	25
Subtotal	16823	63763	80586	20.9	26	11
Head	1273	4122	5395	23.6		
Total	18096	67885	85981	21.0	28	11
Android (A)	1374	4805	6179	22.2		
Gynoid (G)	3420	10464	13884	24.6		

Scan Date: July 09, 2009 ID: A0709090A
 Scan Type: a Whole Body
 Analysis: June 07, 2012 16:34 Version 13.4
 Auto Whole Body Fan Beam

Operator:
 Model: Discovery A (S/N 45539)
 Comment:

TBAR1523 - NHANES BCA calibration

Adipose Indices

Measure	Result	Percentile	
		YN	AM
Total Body % Fat	21.0	28	11
Fat Mass/Height ² (kg/m ²)	5.49	36	19
Android/Gynoid Ratio	0.90		
% Fat Trunk/% Fat Legs	0.86	32	11
Trunk/Limb Fat Mass Ratio	0.95	40	14
Est. VAT Mass (g)	305		
Est. VAT Volume (cm ³)	330		
Est. VAT Area (cm ²)	63.2		

Lean Indices

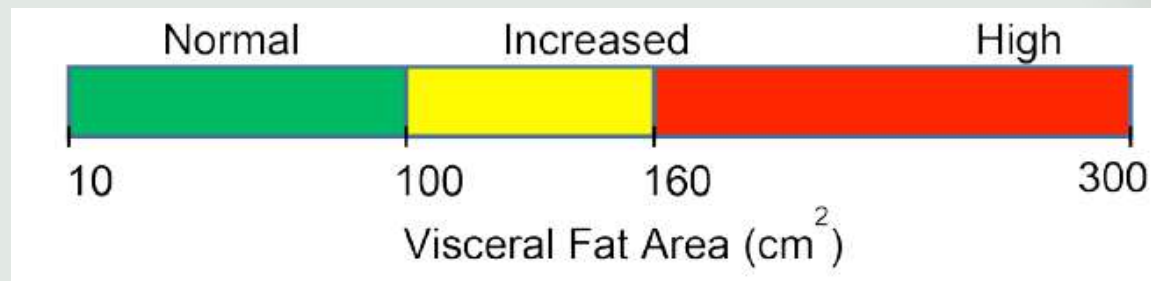
Measure	Result	Percentile	
		YN	AM
Lean/Height ² (kg/m ²)	19.7	67	58
Appen. Lean/Height ² (kg/m ²)	8.67	56	51

Est. VAT = Estimated Visceral Adipose Tissue
 YN = Young Normal
 AM = Age Matched

HOLOGIC®

I risultati dei pazienti possono essere confrontati con i valori di riferimento di NHANES sia graficamente che quantitativamente (Figura 1, Rapporto DXA). **Negli adulti**, il confronto quantitativo fornisce un valore percentile abbinato all'età (AM) (o punteggio Z) e un valore percentile giovane normale (YN) (o punteggio T) a seconda della configurazione del software. **Per i soggetti di età inferiore ai 20 anni**, viene generato solo un percentile AM o un punteggio Z. Una trasformazione matematica viene utilizzata per convertire i punteggi Z e T in valori percentili AM e YN, rispettivamente.

Soglie di grasso viscerale associate a fattori di rischio metabolico per la malattia coronarica.



Il grasso viscerale si trova all'interno dell'involucro formato dai muscoli addominali, principalmente all'interno dell'omento maggiore e minore che collega gli organi addominali, e nel grasso mesenterico. Una piccola quantità si trova a livello retroperitoneale.

Le soglie diagnostiche del grasso viscerale si stabiliranno meglio man mano che si acquisirà ulteriore esperienza clinica e di ricerca. I dati di riferimento provenienti da studi basati sulla popolazione, come NHANES, integreranno la base di conoscenze necessaria per prendere decisioni cliniche. Nel frattempo, la letteratura attualmente disponibile supporta una soglia di grasso viscerale per un elevato rischio di malattia a 100 cm² e con una soglia ad alto rischio di 160 cm².



ESPOSIZIONE A ELEVATA pO_2

Accentua lo stress ossidativo

Stimola infiammazione

Risposte patofisiologiche in acuto abbastanza conosciute

Cambiamenti persistenti nel tempo in seguito ad esposizione cronica?

Fattori di rischio per lo sviluppo di malattie cronico-degenerative?

Possibili strategie di prevenzione?





La variazione del **profilo infiammatorio** sistemico rappresenta un potenziale **biomarcatore** della risposta dell'organismo allo stress iperbarico ed è stata proposta come parametro per il monitoraggio della qualità della decompressione e la stima del **rischio iperbarico** nella pratica subacquea.

FREE RADICAL RESEARCH
2019, VOL. 53, NO. 5, 522-534
<https://doi.org/10.1080/10715762.2019.1612890>

 Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

ORIGINAL ARTICLE

 Check for updates

Effect of hyperoxia on the immune status of oxygen divers and endurance athletes

Frauke Tillmans^a, Roshanak Sharghi^{b*}, Tatjana Noy^{a*}, Wataru Kähler^a, Sebastian Klapa^a, Simon Sartiso^a, Susanne Sebens^{b†} and Andreas Koch^{b†}

Physiol Genomics 46: 647-654, 2014.
First published July 8, 2014; doi:10.1152/physiolgenomics.00028.2014.

Scuba diving induces nitric oxide synthesis and the expression of inflammatory and regulatory genes of the immune response in neutrophils

Antoni Sureda,¹ Juan M. Batle,¹ Xavier Capó,¹ Miquel Martorell,¹ Alfredo Córdova,² Josep A. Tur,¹ and Antoni Pons¹

Physiol Genomics 45: 965-972, 2013.
First published August 20, 2013; doi:10.1152/physiolgenomics.00164.2012.

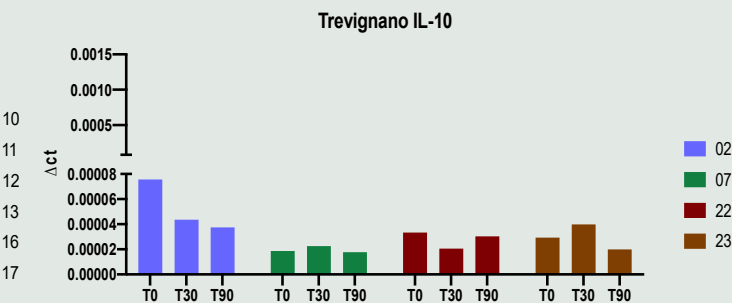
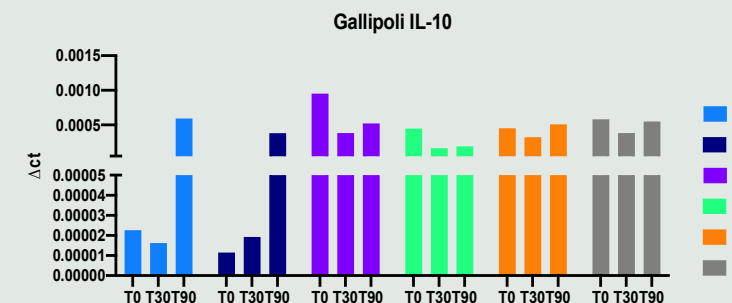
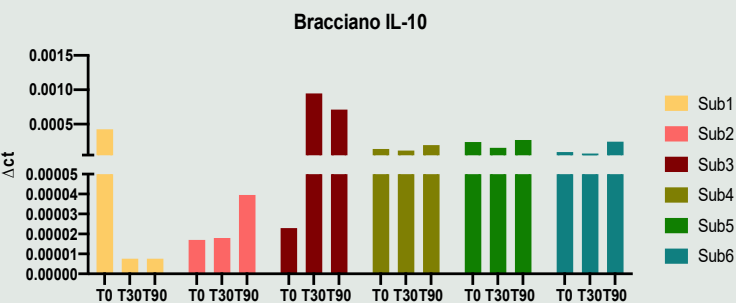
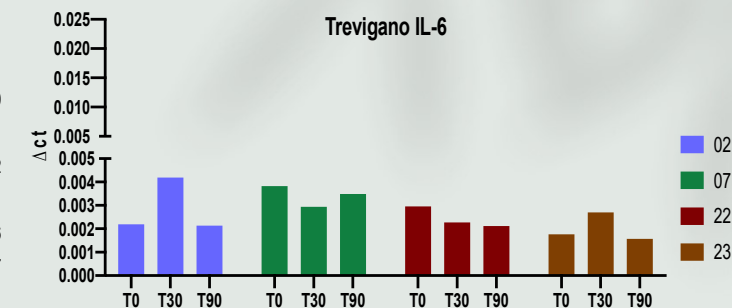
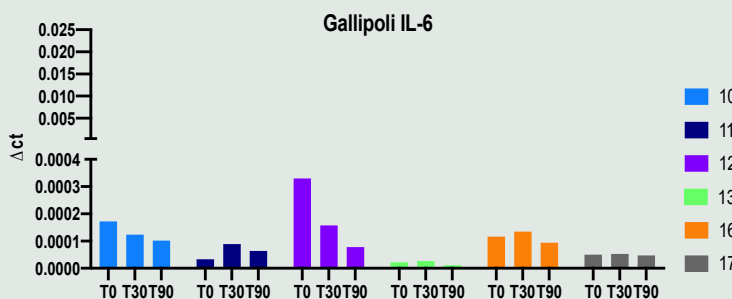
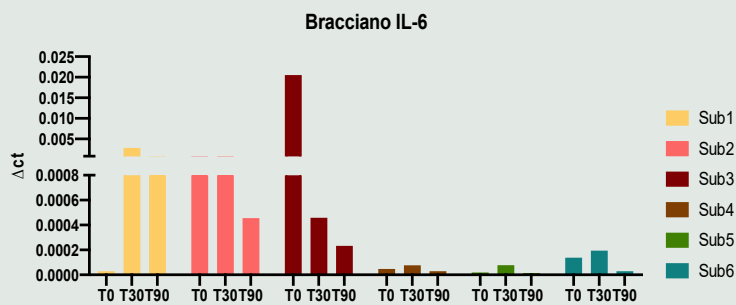
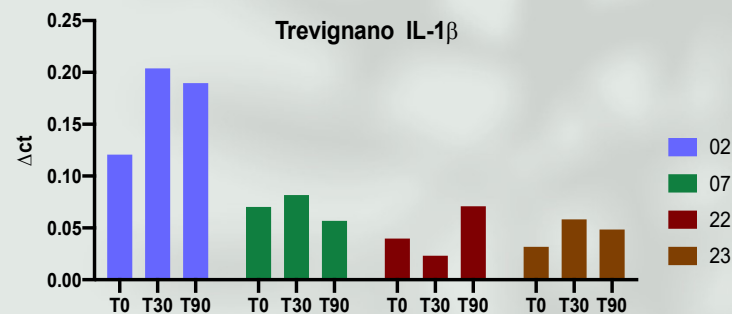
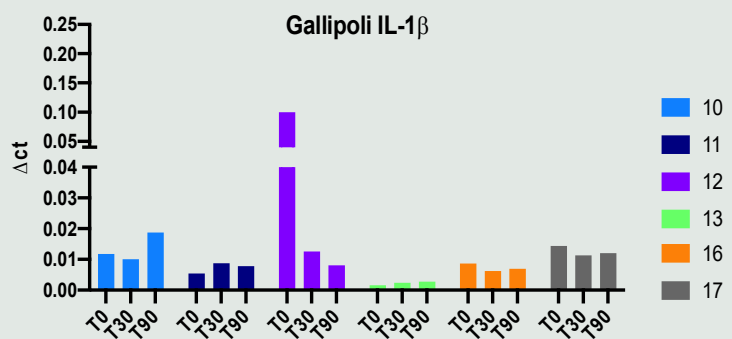
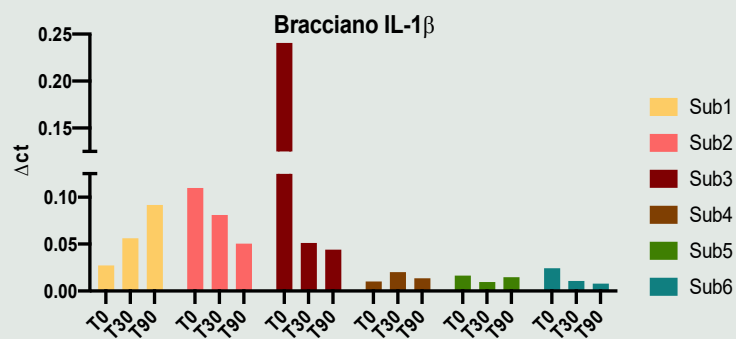
Acute and potentially persistent effects of scuba diving on the blood transcriptome of experienced divers

Ingrid Eftedal,¹ Marko Ljubkovic,² Arnar Flatberg,³ Arve Jørgensen,¹ Alf O. Brubakk,¹ and Zeljko Dujic²



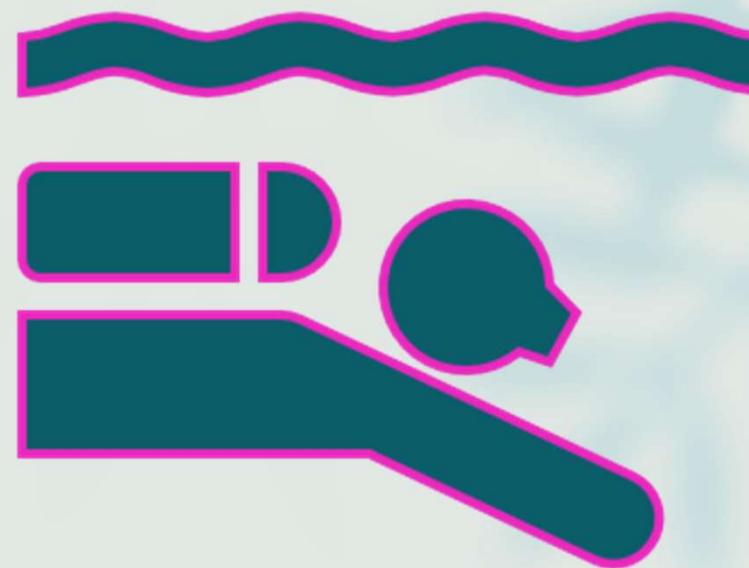
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Analisi espressione mRNA citochine pro e anti- infiammatorie



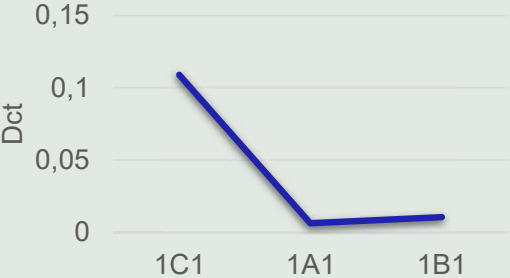
Seduta sperimentale Montegrotto 2020

Subject (code n)	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5
Age (years)	60	65	69	54	57
BMI (kg/m ²)	40.1	29.9	31.9	21.5	25.3
Waist Circumference (cm)	120.2	104	110	75.5	90.5
% Fat Free Mass	64.6	67.1	67.7	81.4	71.4
% Fat Mass	35.4	32.9	32.3	18.6	28.6
Hand Grip right	31.9 ±1.53	51.7±1.19	36.1±1.67	30.0±2.51	N.D.
Hand Grip right percentile	25°	90°	50°	25°	N.D.
Hand Grip left	29.5±1.45	42.4±3.65	33.5±2.25	33.2±0.47	40.6±1.28
Hand Grip left percentile	25°	90°	50°	15°	50°

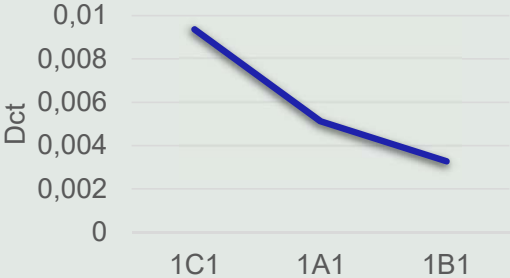


SUB1

IL-1 β



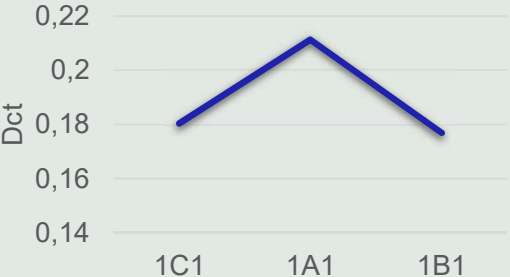
TNF- α



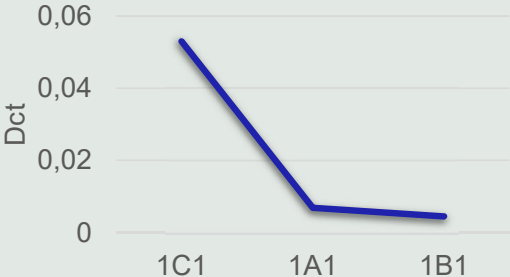
IL-6



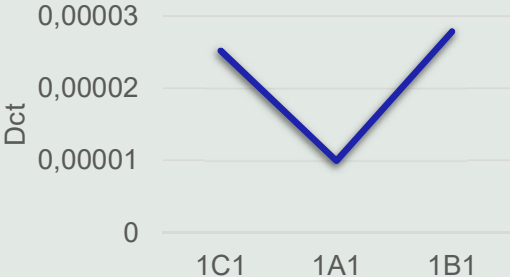
TGF- β



IL-10

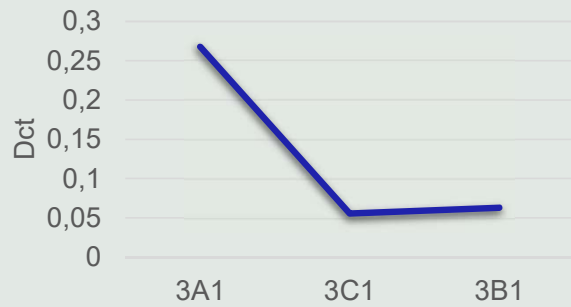


IL-4

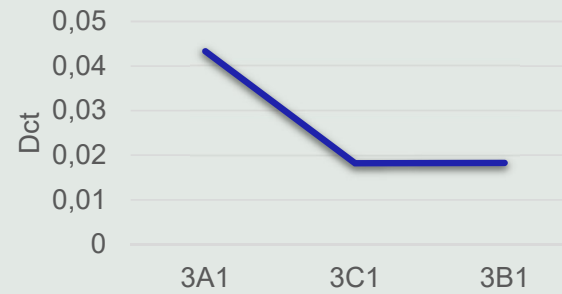


SUB3

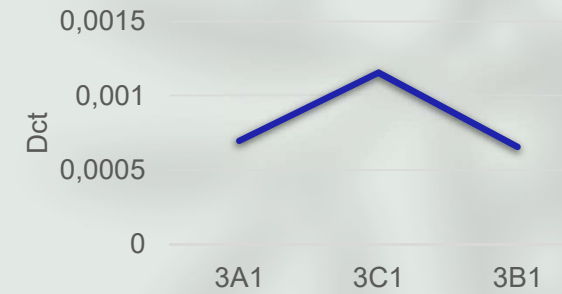
IL-1 β



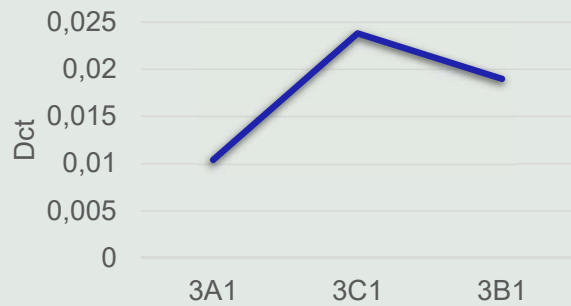
TNF- α



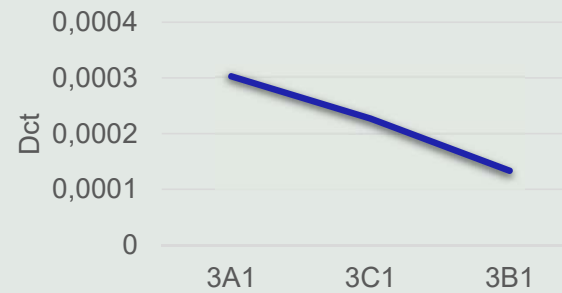
IL-6



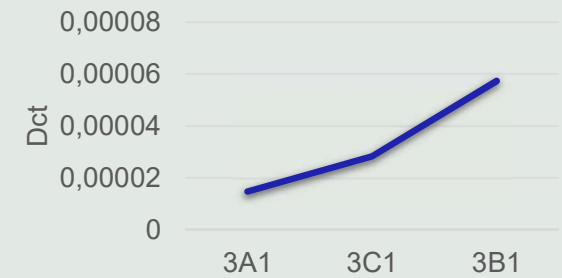
TGF- β



IL-10

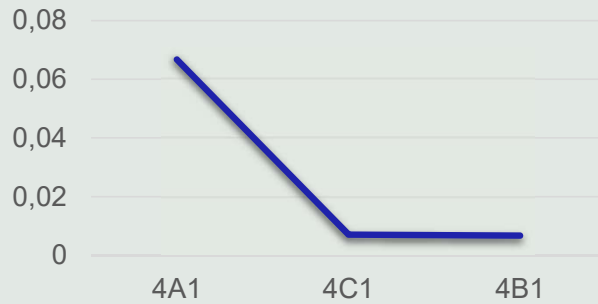


IL-4

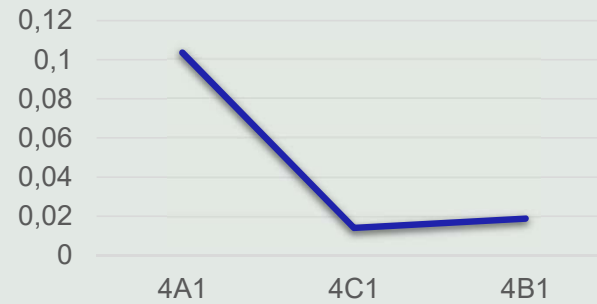


SUB4

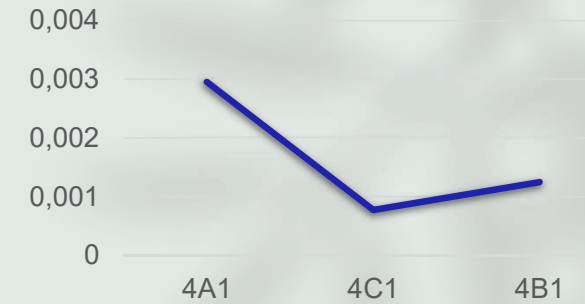
IL-1 β



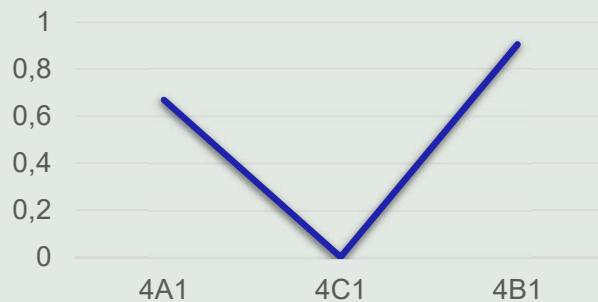
TNF- α



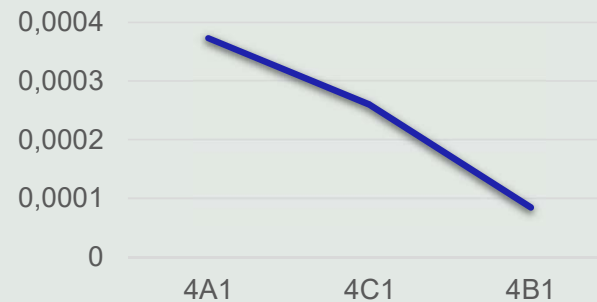
IL-6



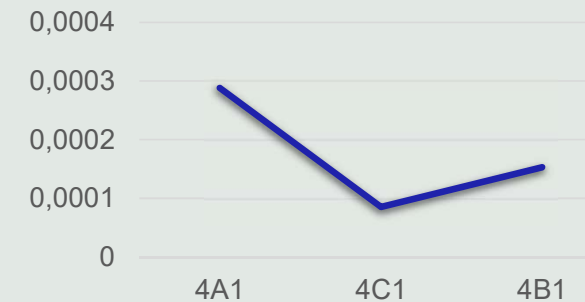
TGFbeta



IL-10



IL-4





Seduta
Sperimentale
Bolsena 21

Dati Composizione Corporea

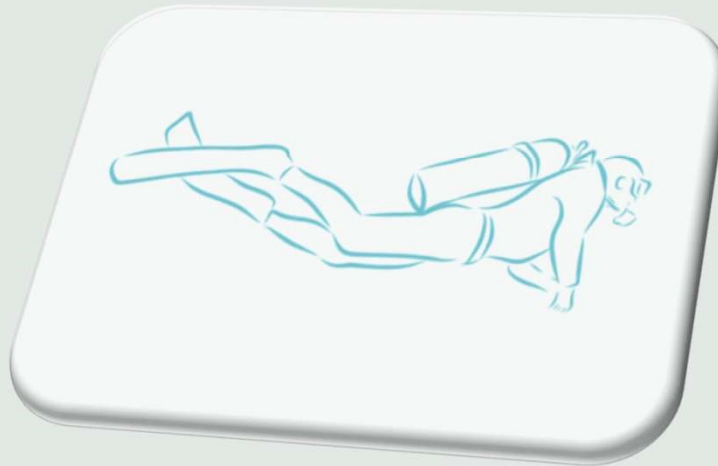
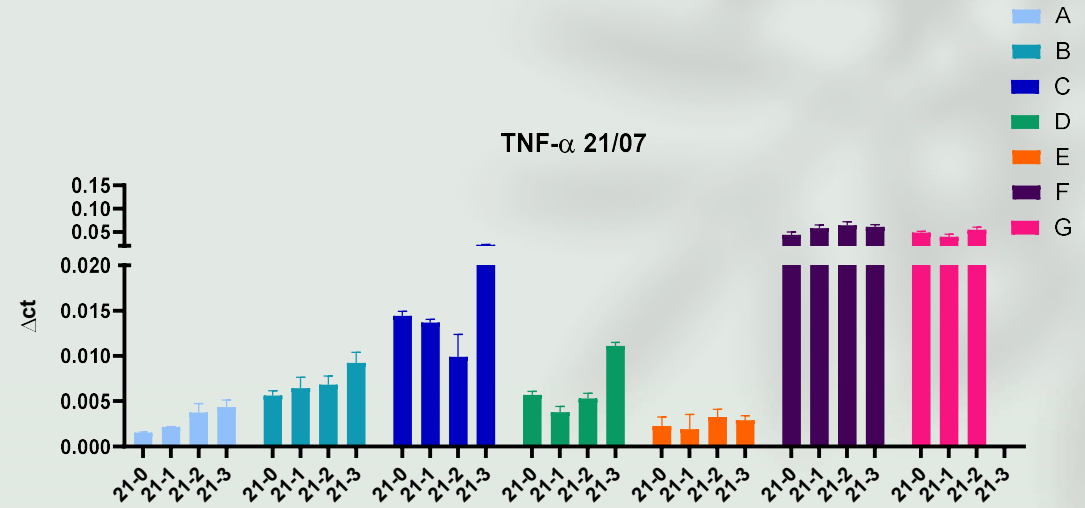
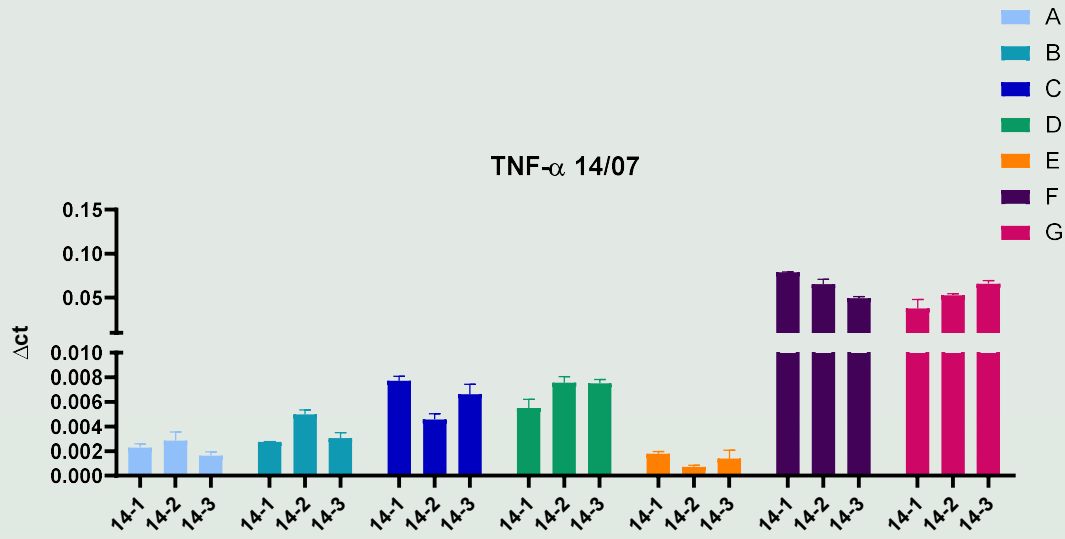
COD	sexo	età	statura	peso_DXA	BMI	BMC_kg	FM	LBM	FFM	FM_pect	FFMI	FMI	VATmas_s_g	VATvol_cm3	VATarea_cm2	Lean_ht2_kg_m2	AppLean_Ht2_kg_m2
F	M	66	1,8	95,2685	29,40	2,93806	16,8871	75,4434	78,3814	17,73	24,2	5,2	602	650	125	23,3	10,7
A	F	50	1,62	58,606	22,33	1,82074	15,1164	41,6688	43,4896	25,79	16,6	5,8	314	340	65,2	15,9	6,83
B	M	60	1,825	104,585 ₁	31,40	3,2996	19,4392	81,8463	85,1459	18,59	25,6	5,8	800	865	166	24,6	10,9
C	F	56	1,554	68,6557	28,43	16,1714	20,565	46,4736	48,0907	29,95	19,9	8,5	434	469	89,9	19,2	8,26
D	M	65	1,78	78,8932	24,90	29,1721	14,957	61,019	63,9362	18,96	20,2	4,7	425	459	88,1	19,3	8,49
G	F	48	1,68	71,7531	25,42	24,0254	23,9266	45,4239	47,8265	33,35	16,9	8,5	379	410	78,6	16,1	6,58



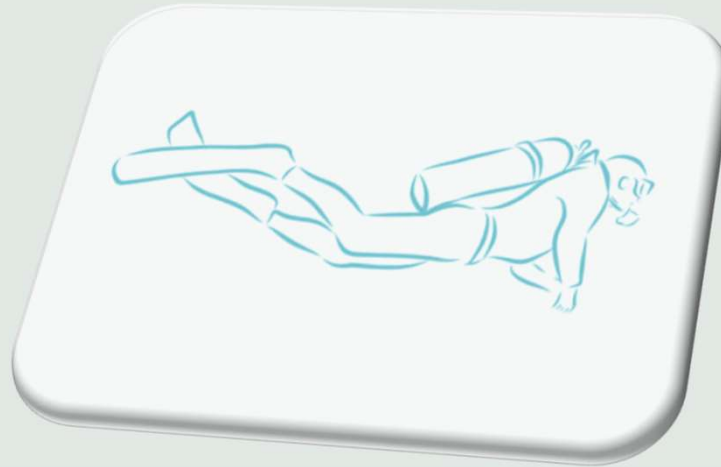
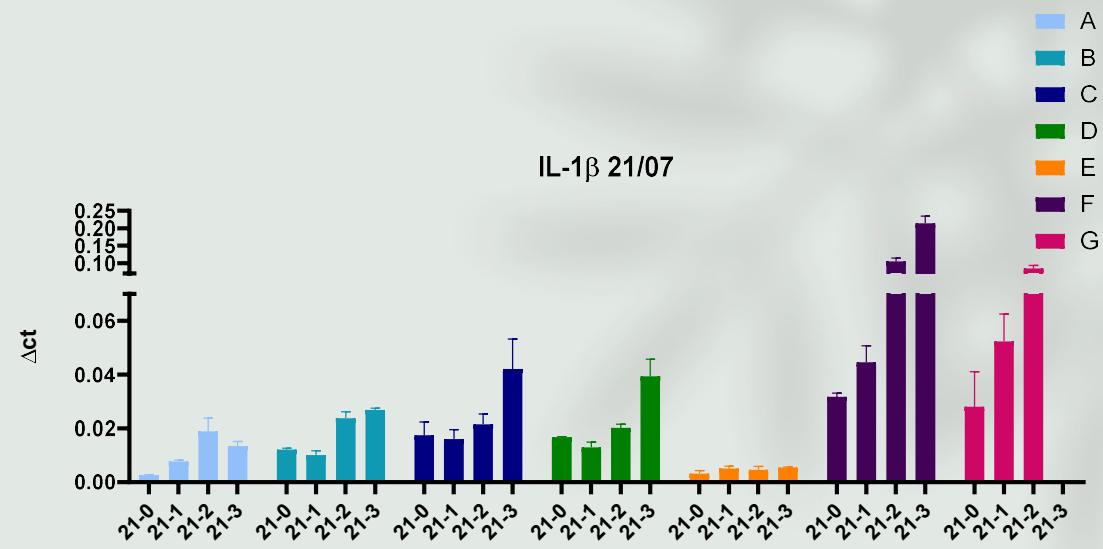
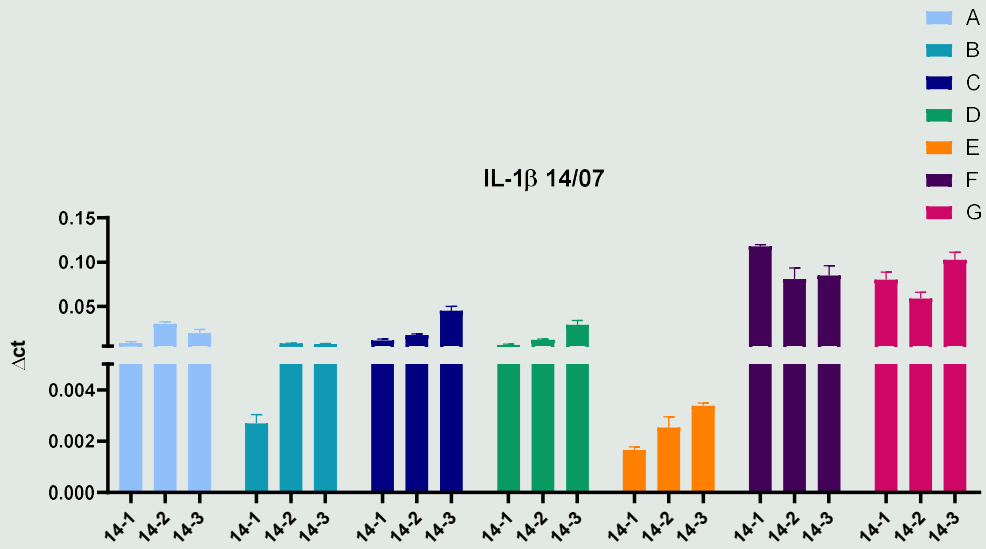
LEGENDA	
BMC_kg	contenuto minerale osseo
FM	massa grassa
LBM	massa magra sottratto l'osso
FFM	massa magra
FM_pect	massa grassa percentuale
FFMI	indice di massa magra
FMI	indice di massa grasa
VATmass_g	massa adiposa viscerale
VATvol_cm3	massa adiposa viscerale
VATarea_cm2	massa adiposa viscerale
Lean_ht2_kg_m2	indice di massa magra - osso
AppLean_Ht2_kg_m2	indice di massa magra appendicolare - osso



Analisi espressione mRNA TNF- α



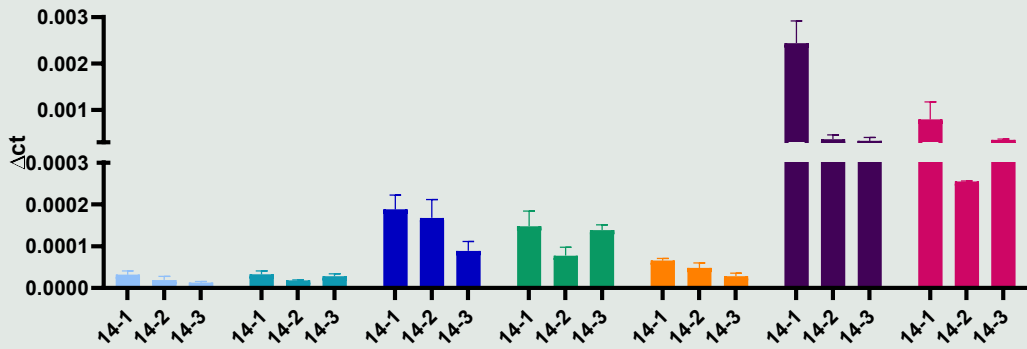
Analisi espressione mRNA IL-1 β



Analisi espressione mRNA IL-10

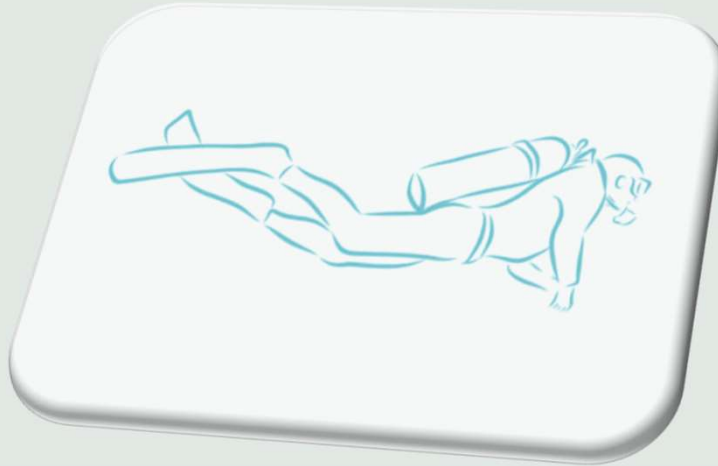
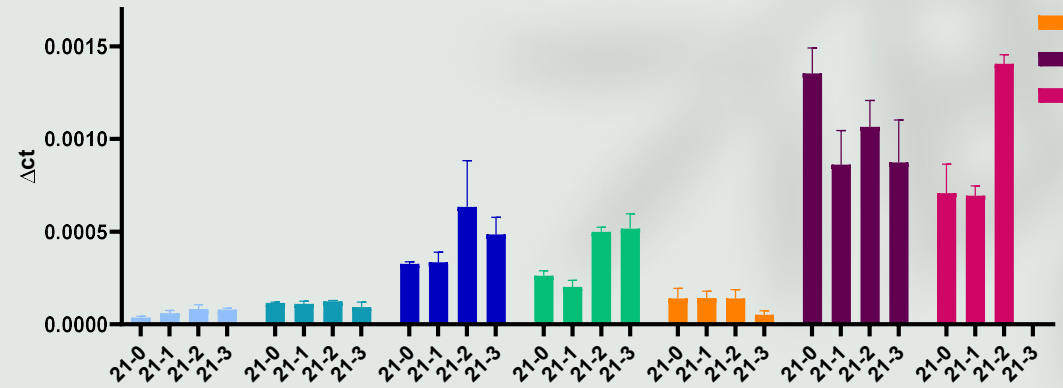
IL-10 14/07

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

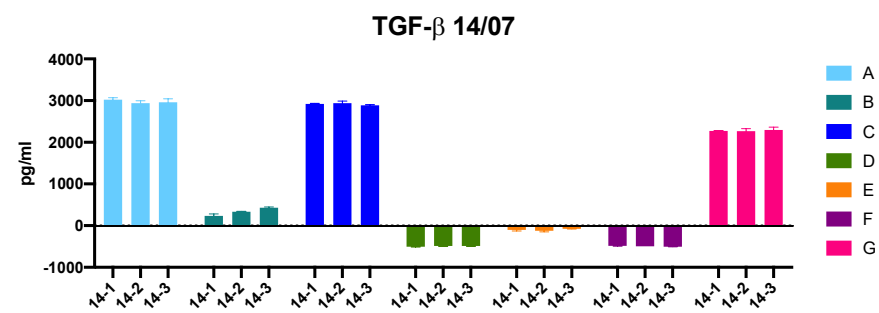
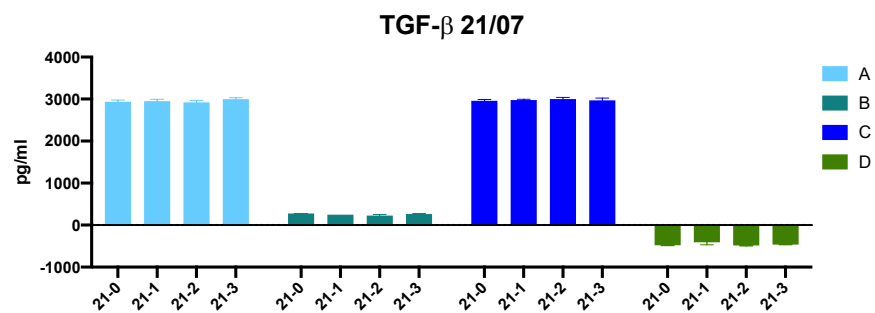
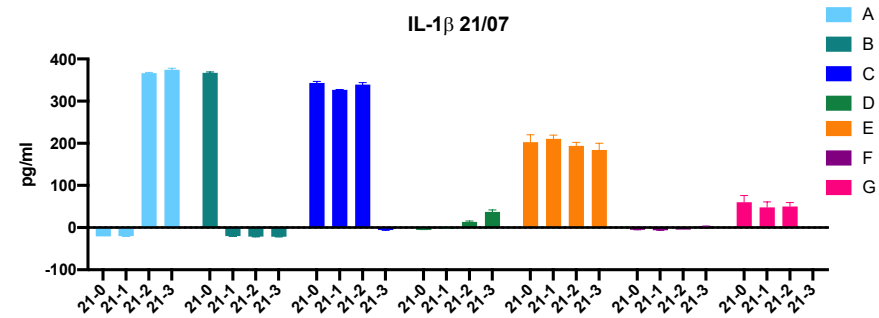
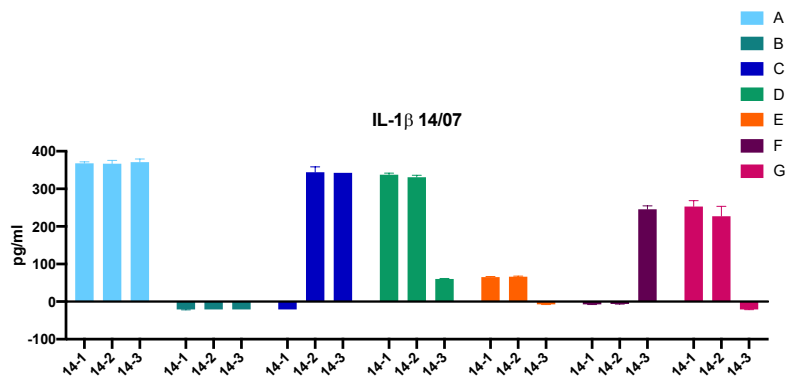


IL-10 21/07

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

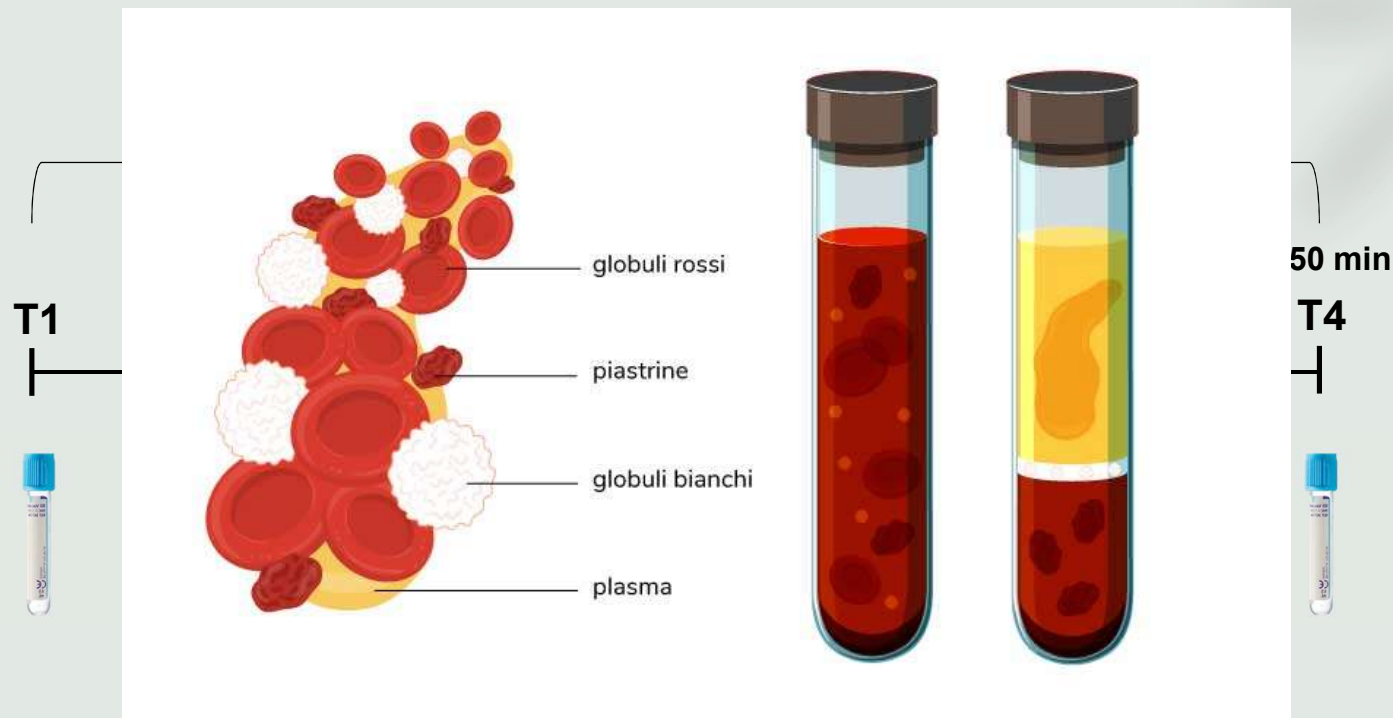


ELISA Sub Bolsena



Seduta Sperimentale Montegrotto 2022

Sono stati presi in considerazione 6 soggetti e i campioni di sangue sono stati ottenuti in 3/4 tempi diversi per 4 giorni.



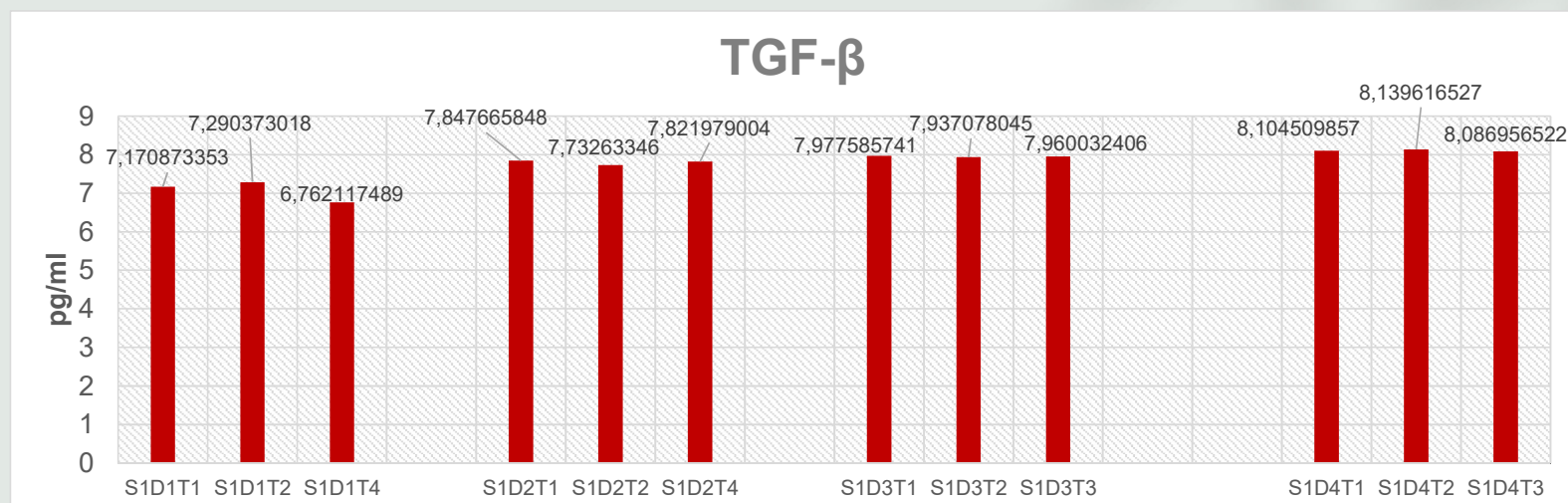
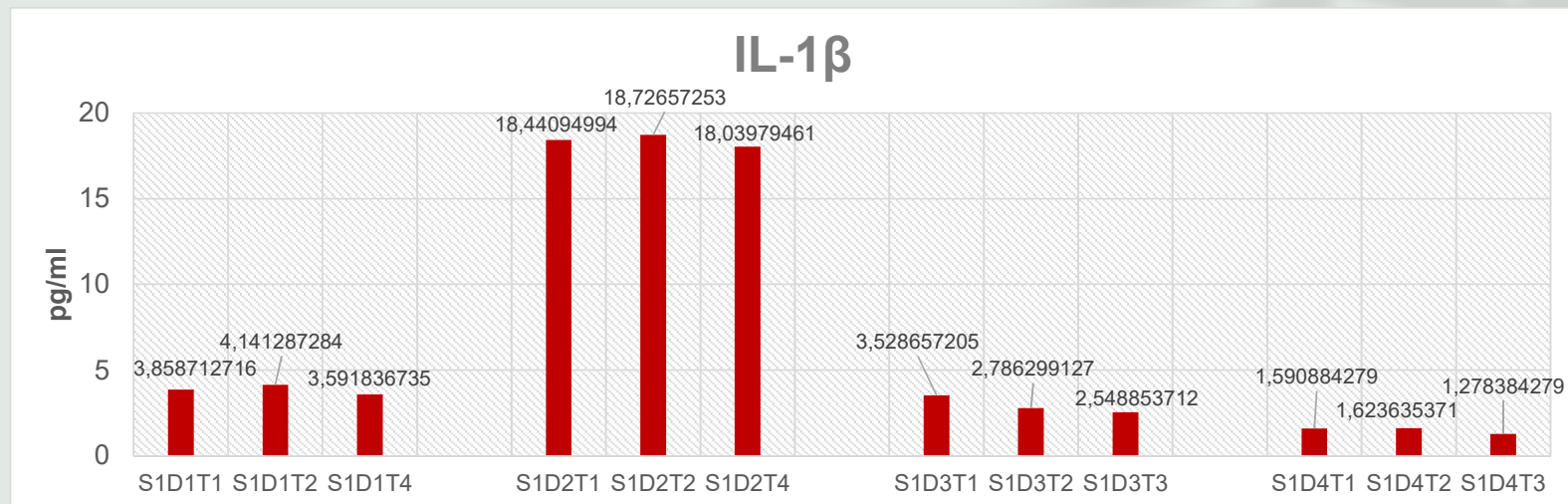
Seduta Sperimentale Montegrotto 2022

COD	S-1	S-6	S-4
Gender	F	F	F
Age	51	56	49
Peso (kg)	58,6	68,7	71,8
BMI (kg/m ²)	22,33	28,43	25,42
FM (kg)	15,12	20,57	23,93
FM %	25,79	29,95	33,35
FMI (kg/m ²)	5,8	8,5	8,5
FFM (kg)	43,49	48,09	47,83
FFMI (kg/m ²)	16,6	19,9	16,9
BMC (kg)	1,82	16,17	24,03
LBM (kg)	41,67	46,47	45,42
VAT mass (g)	314	434	379
VAT vol (cm ³)	340	469	410
VAT area (cm ²)	65,2	89,9	78,6
Lean/ht ² (kg/m ²)	15,9	19,2	16,1
App Lean/ht ² (kg/m ²)	6,83	8,26	6,58

COD	S-2	S-3	S-5
Gender	M	M	M
Age	65	67	60
Peso (kg)	78,9	95,3	104,6
BMI (kg/m ²)	24,90	29,40	31,40
FM (kg)	14,96	16,89	19,44
FM %	18,96	17,73	18,59
FMI (kg/m ²)	4,7	5,2	5,8
FFM (kg)	63,94	78,38	85,15
FFMI (kg/m ²)	20,2	24,2	25,6
BMC (kg)	29,17	2,94	3,30
LBM (kg)	61,02	75,44	81,85
VAT mass (g)	425	602	800
VAT vol (cm ³)	459	650	865
VAT area (cm ²)	88,1	125	166
Lean/ht ² (kg/m ²)	19,3	23,3	24,6
App Lean/ht ² (kg/m ²)	8,49	10,7	10,9

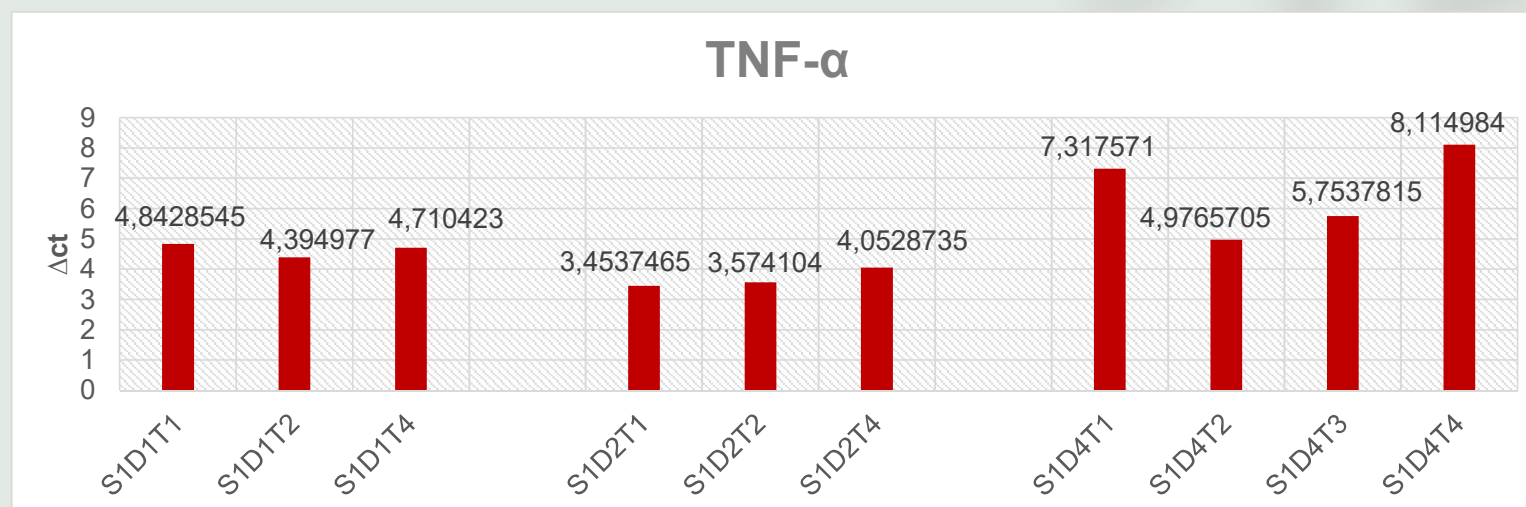
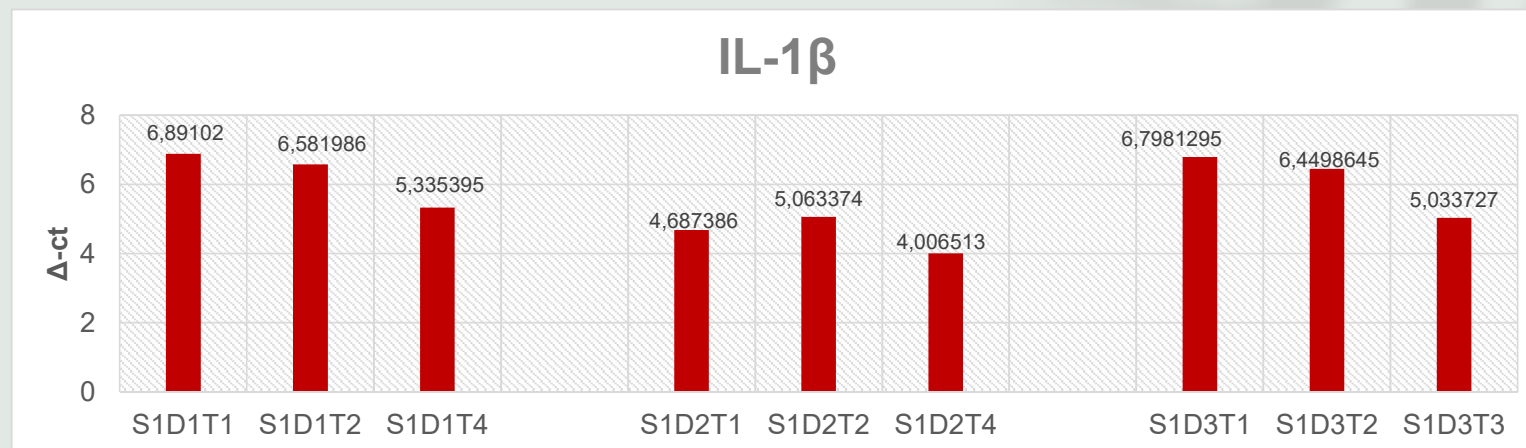
Analisi espressione citochine pro e anti-infiammatorie nel plasma

COD	S-1	campione	
sesto	F	media	DS
età	51	52,0	3,6
peso	58,6	66,3	6,9
BMI (kg/m ²)	22,33	25,4	3,0
Massa grassa (kg)	15,12	19,9	4,4
Massa grassa (%)	25,79	29,7	3,8
Indice di massa grassa (kg/m ²)	5,8	7,6	1,6
Massa magra (kg)	43,49	46,5	2,6
Indice di massa magra (kg/m ²)	16,6	17,8	1,8
Bone mineral content (kg)	1,82	14,0	11,3
Lean Body Mass (kg)	41,67	44,5	2,5
Massa adiposa viscerale (g)	314	375,7	60,1
Massa adiposa viscerale (cm ³)	340	406,3	64,6
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	65,2	77,9	12,4
Indice di LBM (kg/m ²)	15,9	17,1	1,9
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	6,83	7,2	0,9



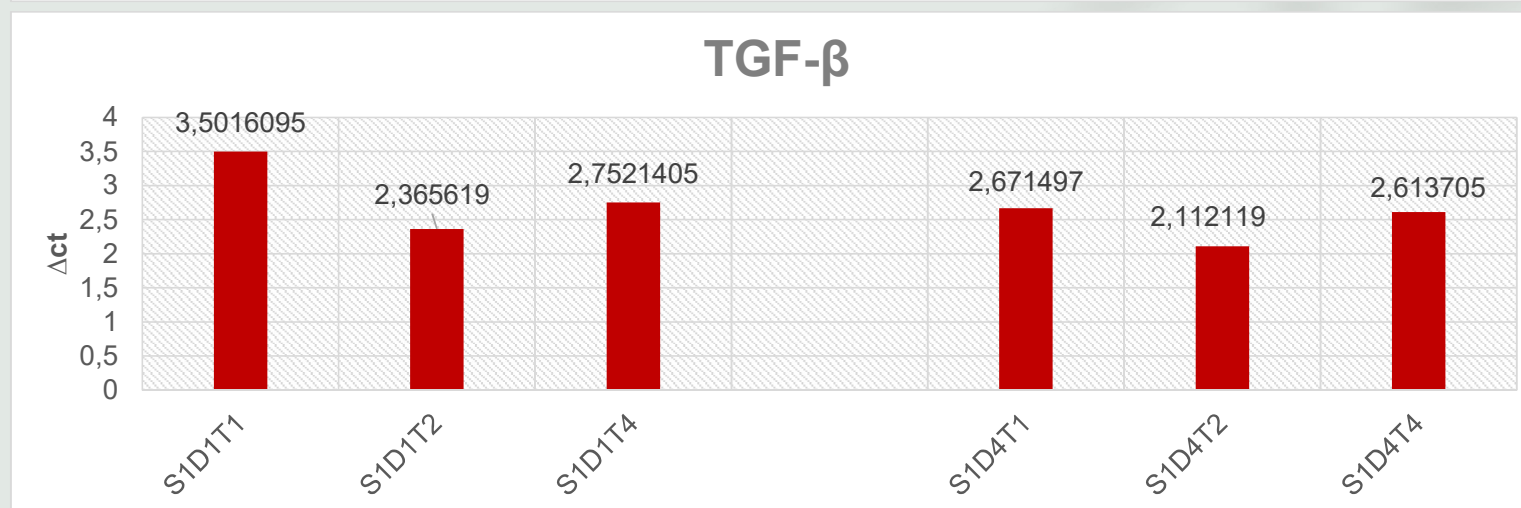
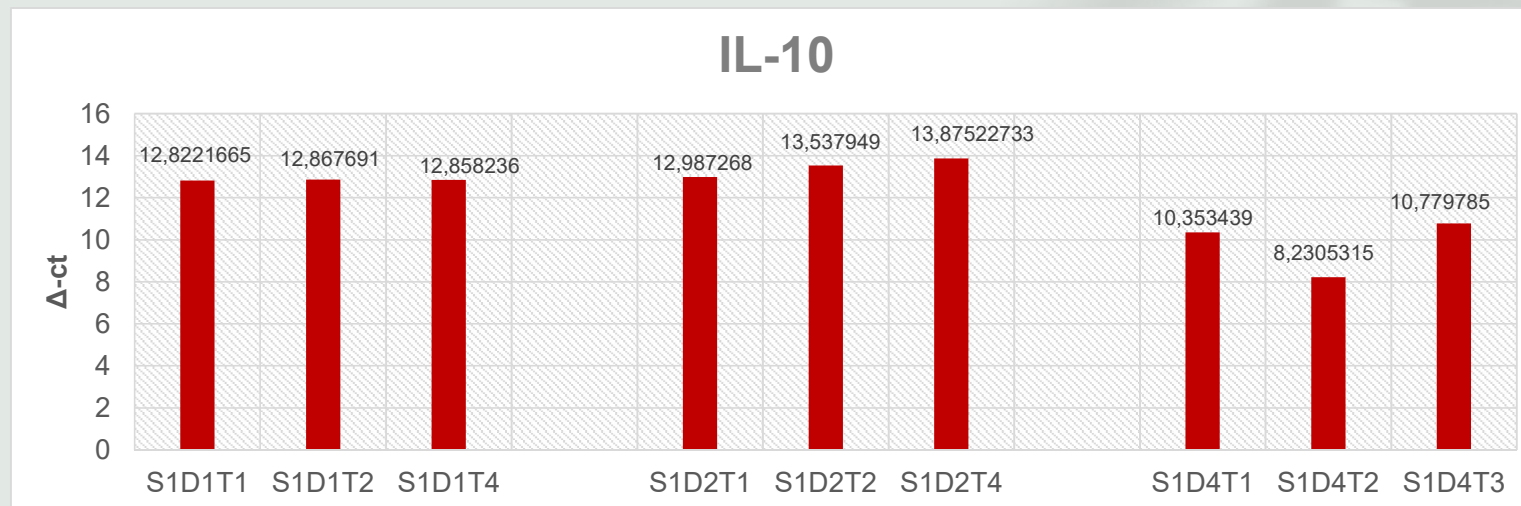
Analisi espressione mRNA citochine pro-infiammatorie

COD	S-1	campione	
sesto	F	media	DS
età	51	52,0	3,6
peso	58,6	66,3	6,9
BMI (kg/m2)	22,33	25,4	3,0
Massa grassa (kg)	15,12	19,9	4,4
Massa grassa (%)	25,79	29,7	3,8
Indice di massa grassa (kg/m2)	5,8	7,6	1,6
Massa magra (kg)	43,49	46,5	2,6
Indice di massa magra (kg/m2)	16,6	17,8	1,8
Bone mineral content (kg)	1,82	14,0	11,3
Lean Body Mass (kg)	41,67	44,5	2,5
Massa adiposa viscerale (g)	314	375,7	60,1
Massa adiposa viscerale (cm3)	340	406,3	64,6
Area massa adiposa viscerale (cm2)	65,2	77,9	12,4
Indice di LBM (kg/m2)	15,9	17,1	1,9
Indice di LBM appendicolare (kg/m2)	6,83	7,2	0,9



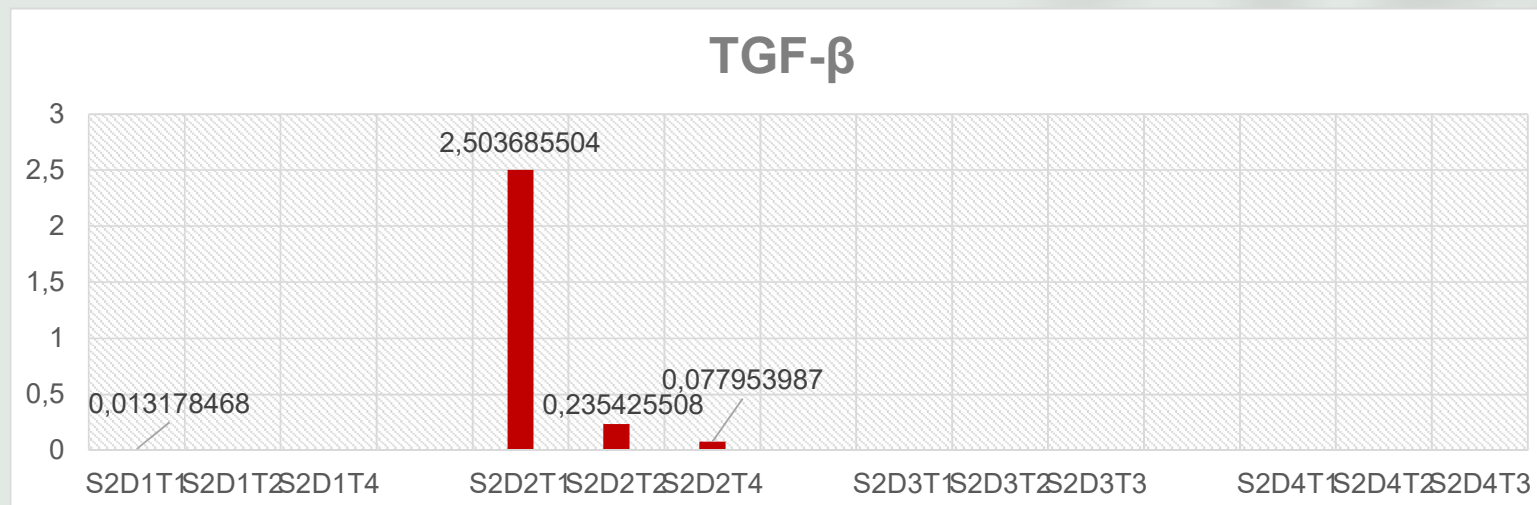
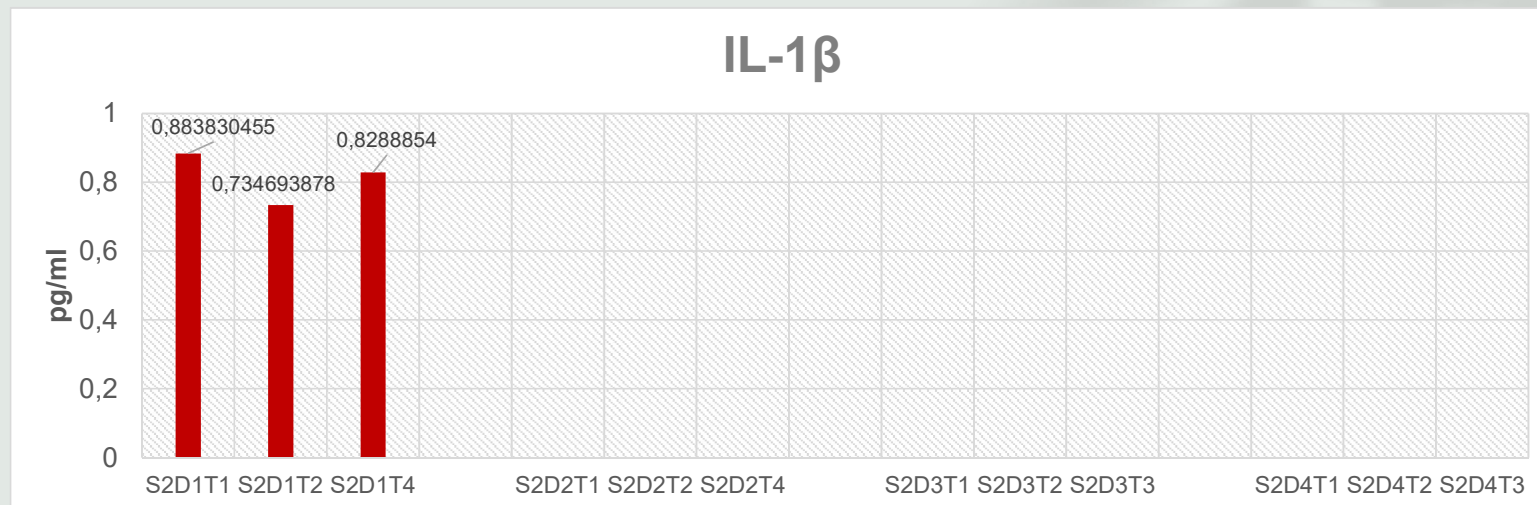
Analisi espressione mRNA citochine anti-infiammatorie

COD	S-1	campione	
		media	DS
sezzo	F	52,0	3,6
età	51	52,0	3,6
peso	58,6	66,3	6,9
BMI (kg/m ²)	22,33	25,4	3,0
Massa grassa (kg)	15,12	19,9	4,4
Massa grassa (%)	25,79	29,7	3,8
Indice di massa grassa (kg/m ²)	5,8	7,6	1,6
Massa magra (kg)	43,49	46,5	2,6
Indice di massa magra (kg/m ²)	16,6	17,8	1,8
Bone mineral content (kg)	1,82	14,0	11,3
Lean Body Mass (kg)	41,67	44,5	2,5
Massa adiposa viscerale (g)	314	375,7	60,1
Massa adiposa viscerale (cm ³)	340	406,3	64,6
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	65,2	77,9	12,4
Indice di LBM (kg/m ²)	15,9	17,1	1,9
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	6,83	7,2	0,9



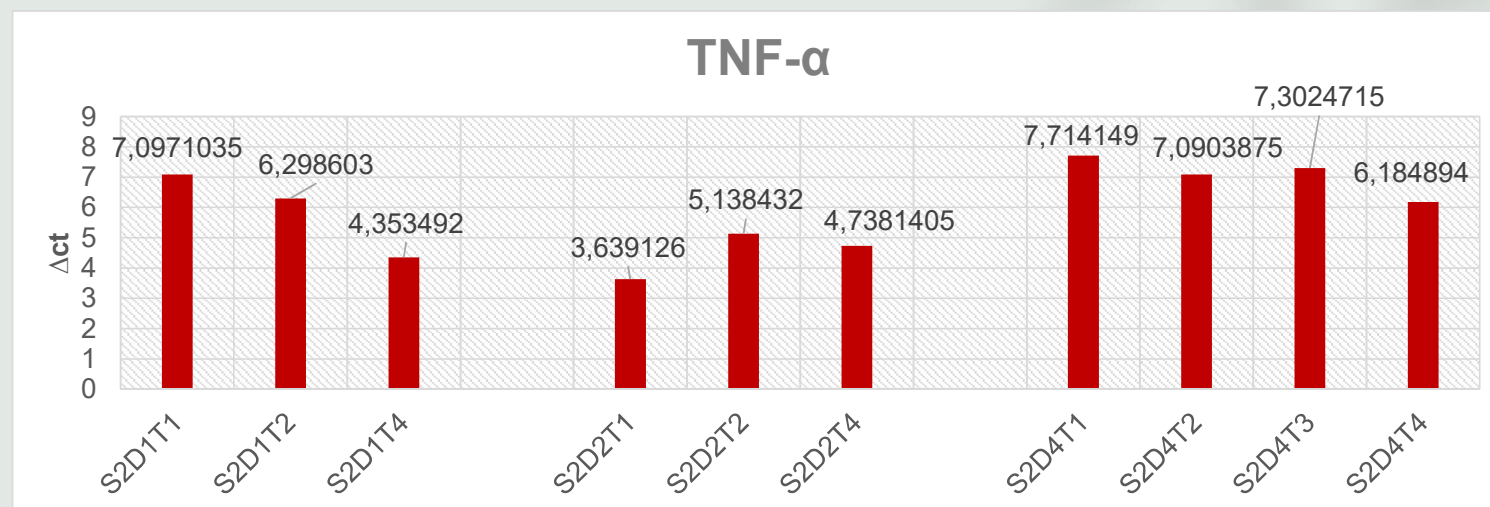
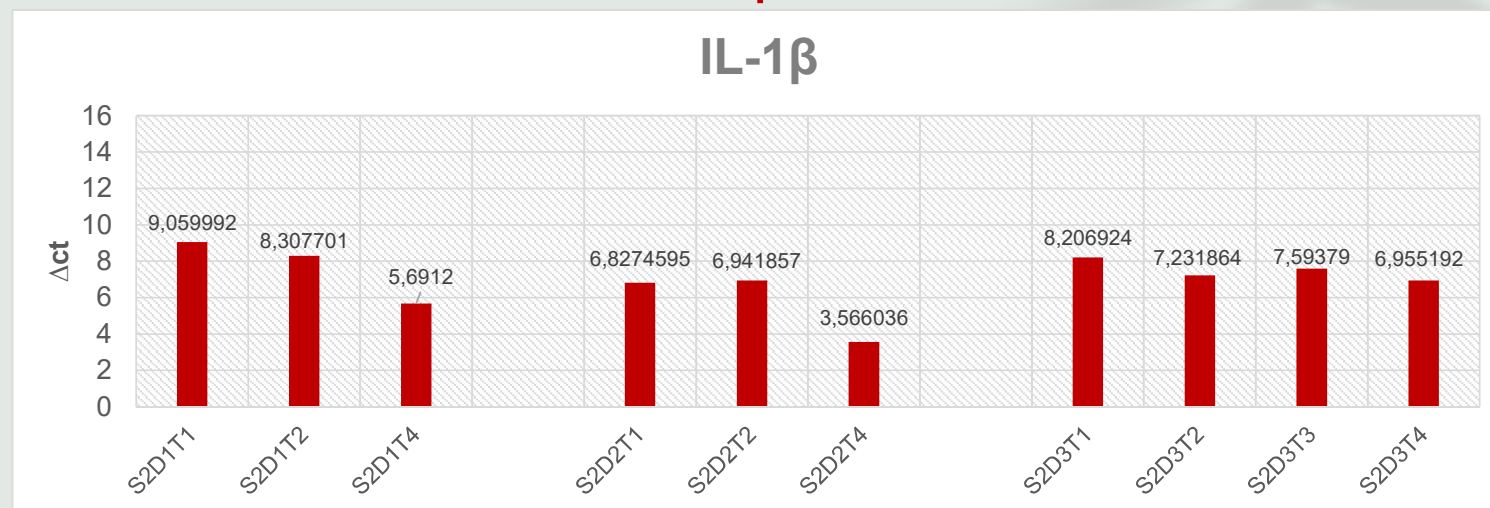
Analisi espressione citochine pro e anti-infiammatorie nel plasma

COD	S-2	campione	
sexo	M	media	DS
età	65	64,0	3,6
peso	78,9	92,9	13,0
BMI (kg/m ²)	24,90	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	14,96	17,1	2,2
Massa grassa (%)	18,96	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m ²)	4,7	5,3	0,6
Massa magra (kg)	63,94	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m ²)	20,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	29,17	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	61,02	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	425	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm ³)	459	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	88,1	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m ²)	19,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	8,49	10,0	1,3



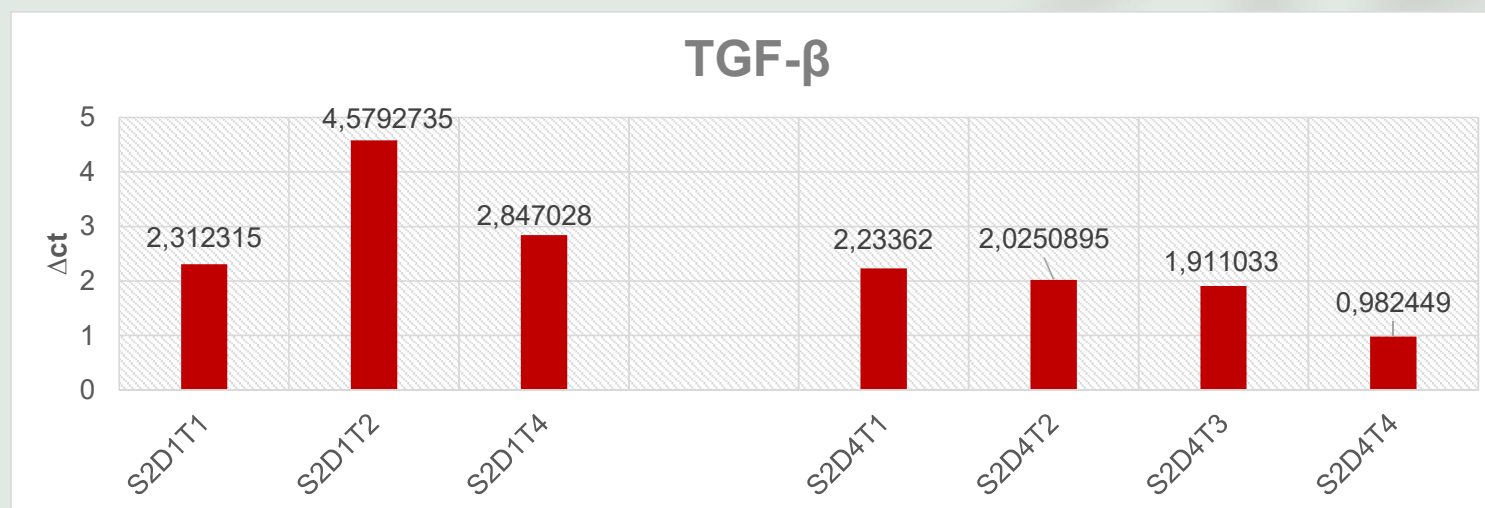
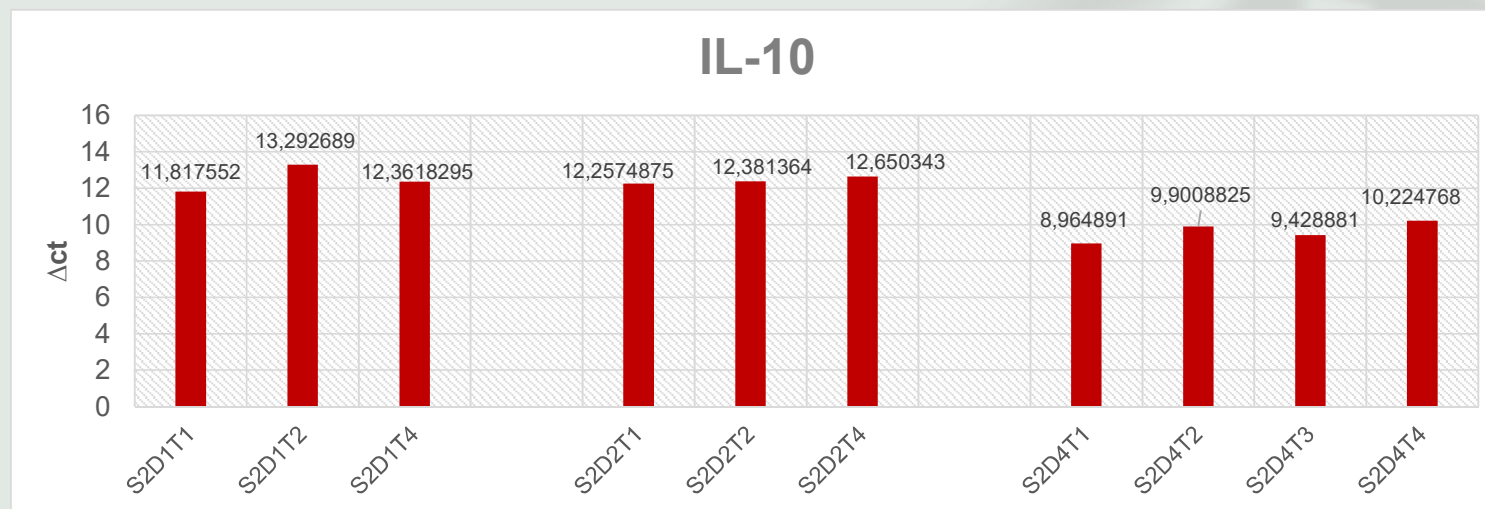
Analisi espressione mRNA citochine pro-infiammatorie

COD	S-2	campione	
sesto	M	media	DS
età	65	64,0	3,6
peso	78,9	92,9	13,0
BMI (kg/m ²)	24,90	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	14,96	17,1	2,2
Massa grassa (%)	18,96	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m ²)	4,7	5,3	0,6
Massa magra (kg)	63,94	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m ²)	20,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	29,17	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	61,02	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	425	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm ³)	459	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	88,1	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m ²)	19,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	8,49	10,0	1,3



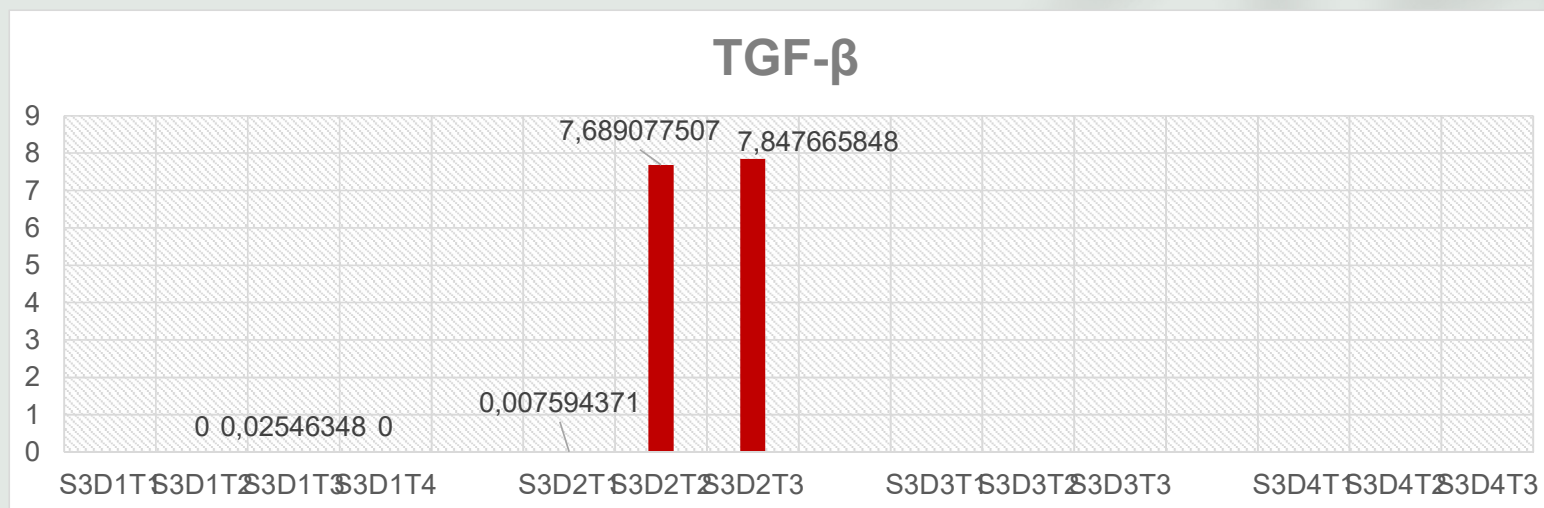
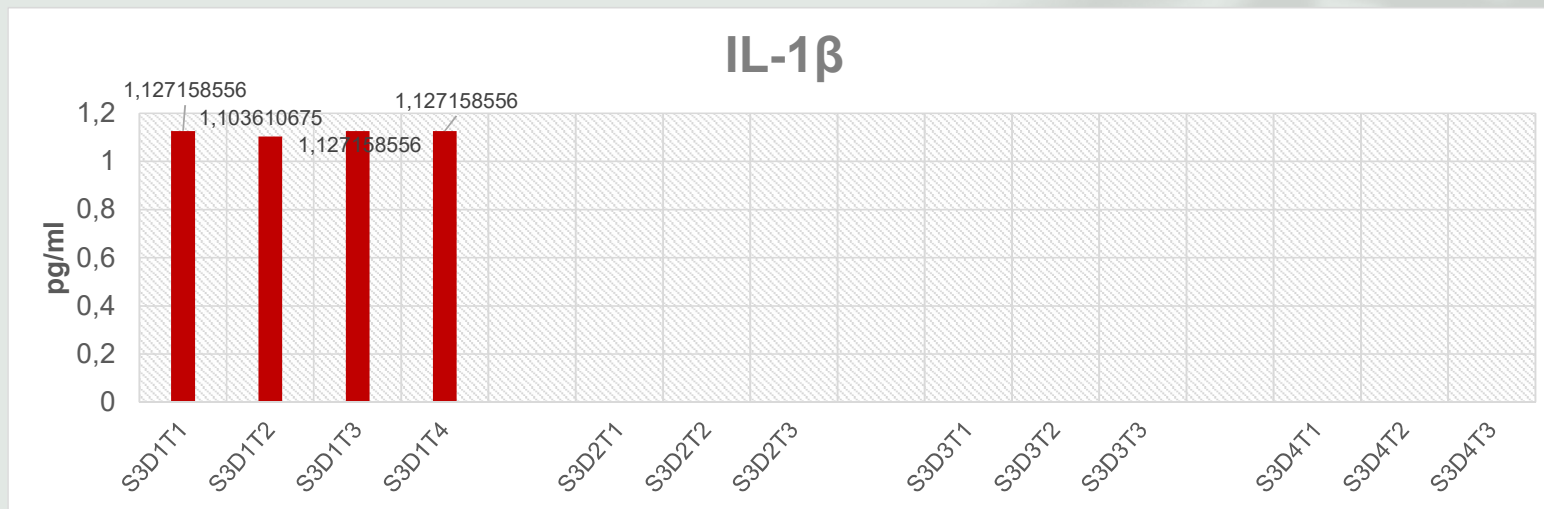
Analisi espressione mRNA citochine anti-infiammatorie

COD	S-2	campione	
sexso	M	media	DS
età	65	64,0	3,6
peso	78,9	92,9	13,0
BMI (kg/m2)	24,90	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	14,96	17,1	2,2
Massa grassa (%)	18,96	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m2)	4,7	5,3	0,6
Massa magra (kg)	63,94	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m2)	20,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	29,17	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	61,02	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	425	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm3)	459	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm2)	88,1	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m2)	19,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m2)	8,49	10,0	1,3



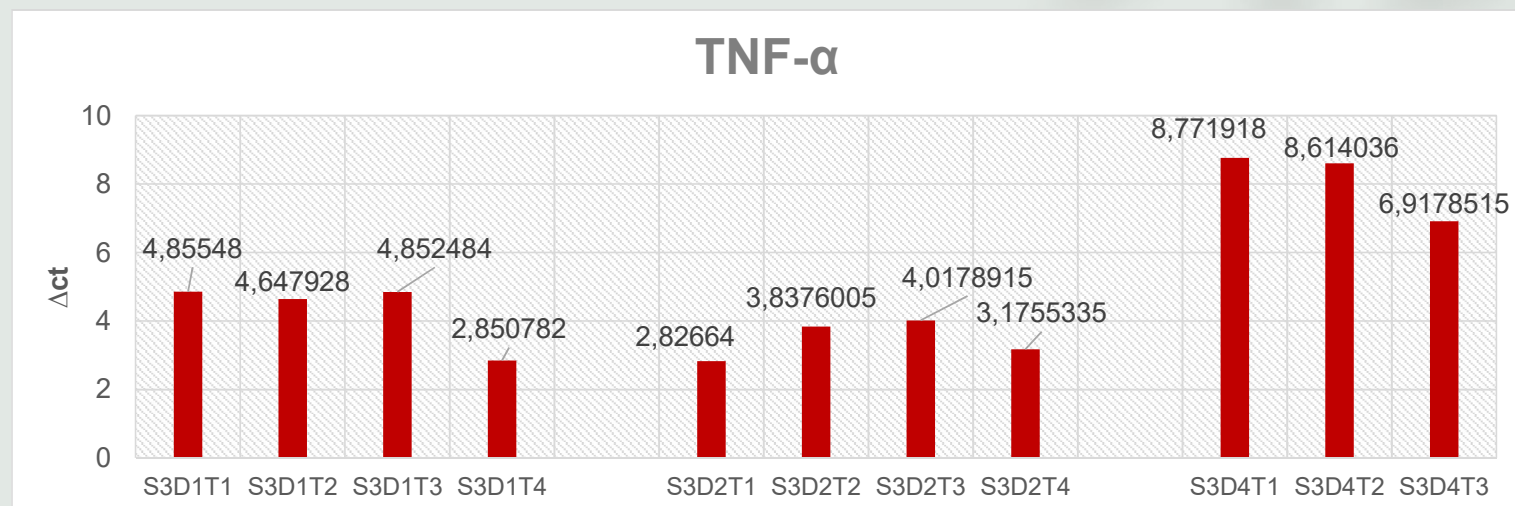
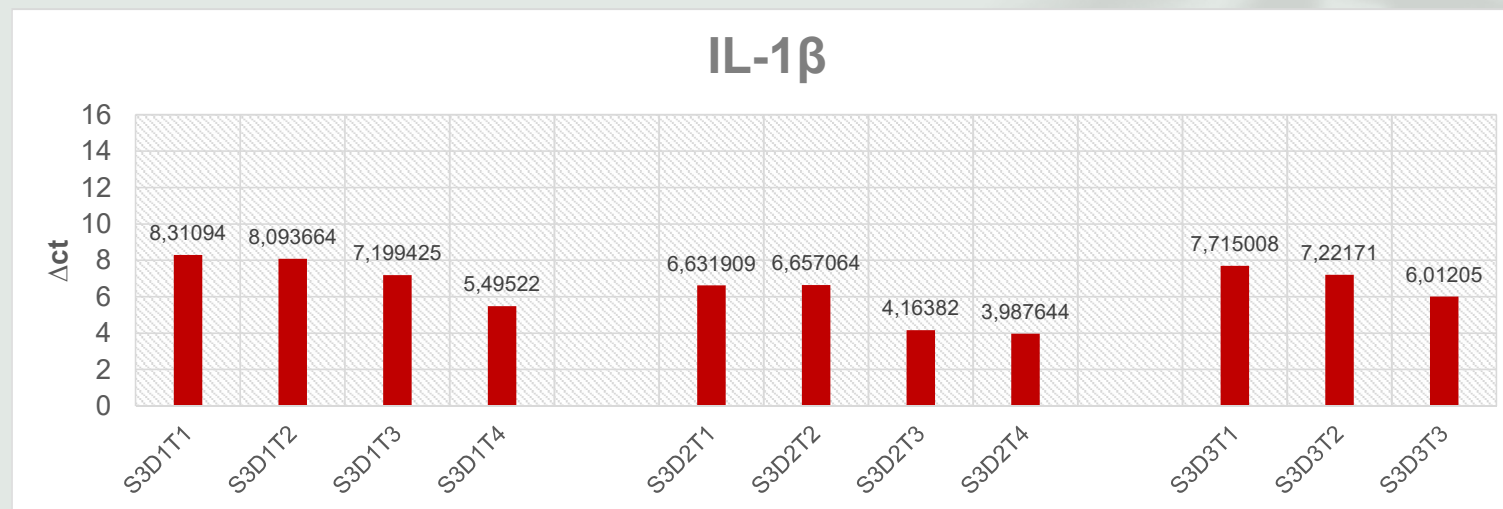
Analisi espressione citochine pro e anti-infiammatorie nel plasma

COD	S-3	campione	
sesto	M	media	DS
età	67	64,0	3,6
peso	95,3	92,9	13,0
BMI (kg/m ²)	29,40	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	16,89	17,1	2,2
Massa grassa (%)	17,73	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m ²)	5,2	5,3	0,6
Massa magra (kg)	78,38	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m ²)	24,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	2,94	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	75,44	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	602	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm ³)	650	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	125	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m ²)	23,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	10,7	10,0	1,3



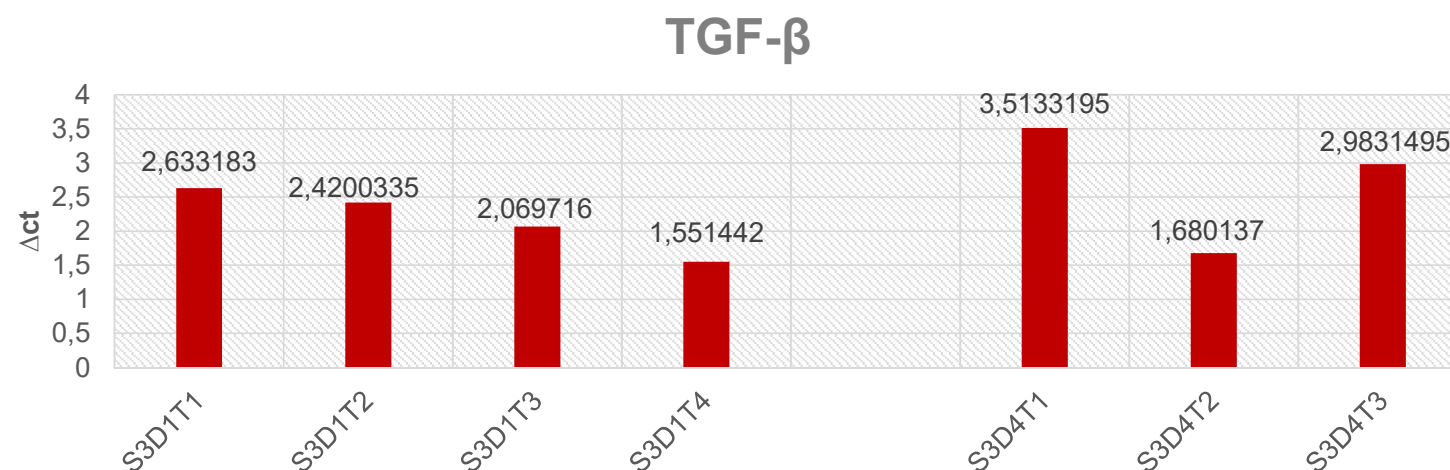
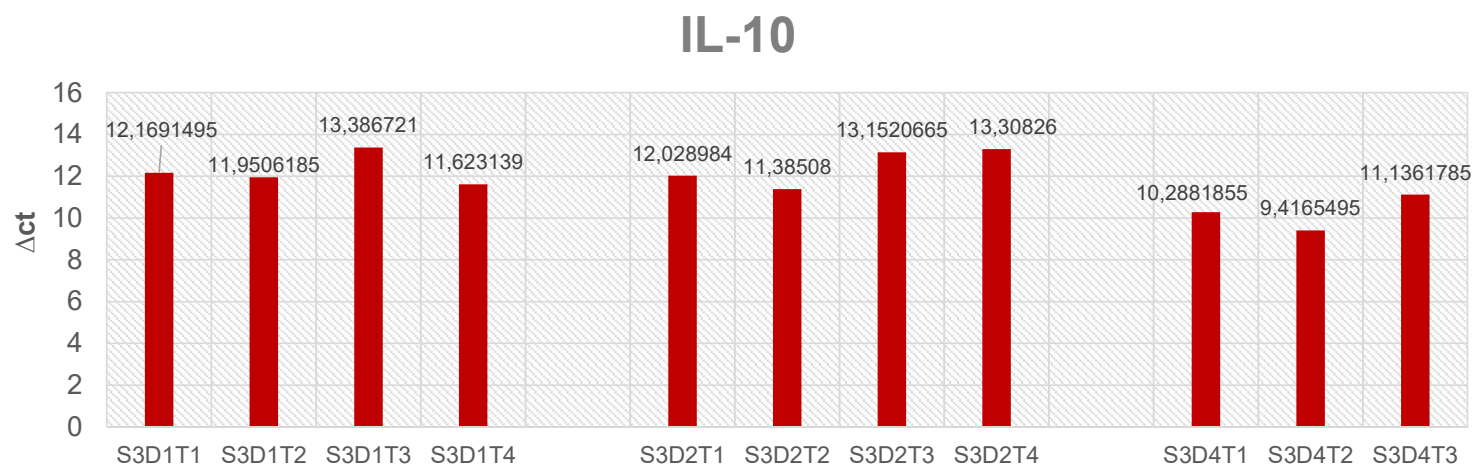
Analisi espressione mRNA citochine pro-infiammatorie

COD	S-3	campione	
sesto	M	media	DS
età	67	64,0	3,6
peso	95,3	92,9	13,0
BMI (kg/m ²)	29,40	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	16,89	17,1	2,2
Massa grassa (%)	17,73	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m ²)	5,2	5,3	0,6
Massa magra (kg)	78,38	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m ²)	24,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	2,94	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	75,44	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	602	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm ³)	650	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	125	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m ²)	23,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	10,7	10,0	1,3

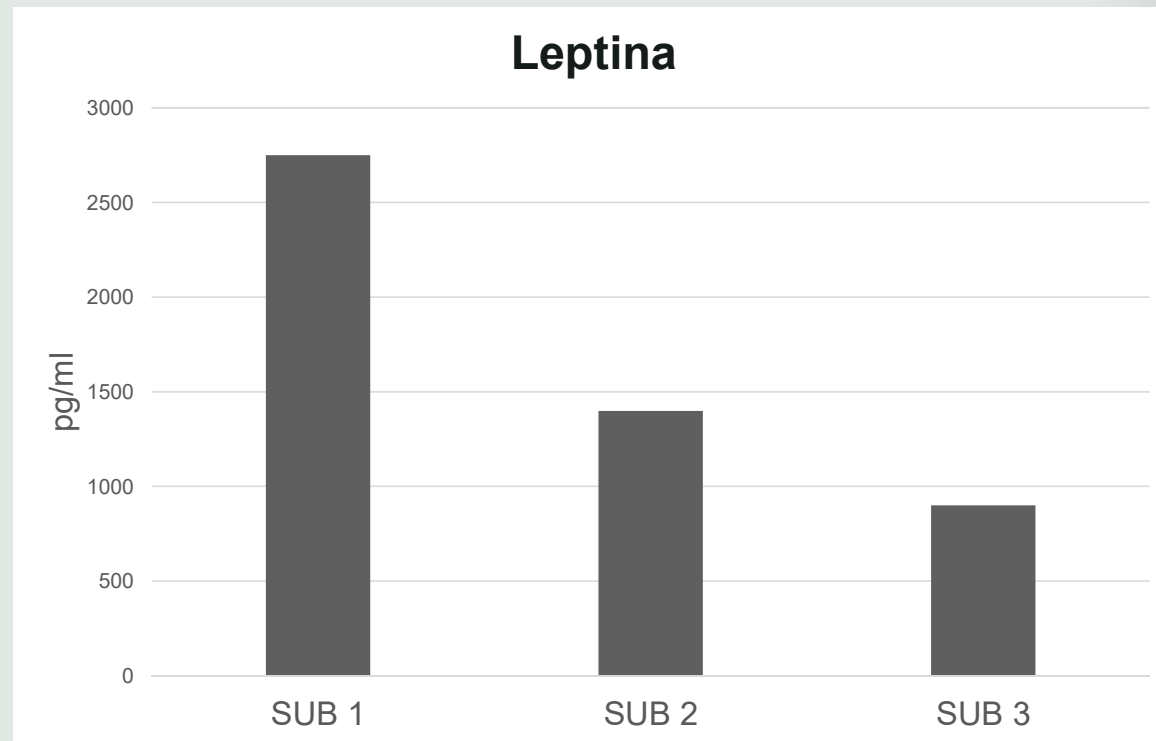


Analisi espressione mRNA citochine anti-infiammatorie

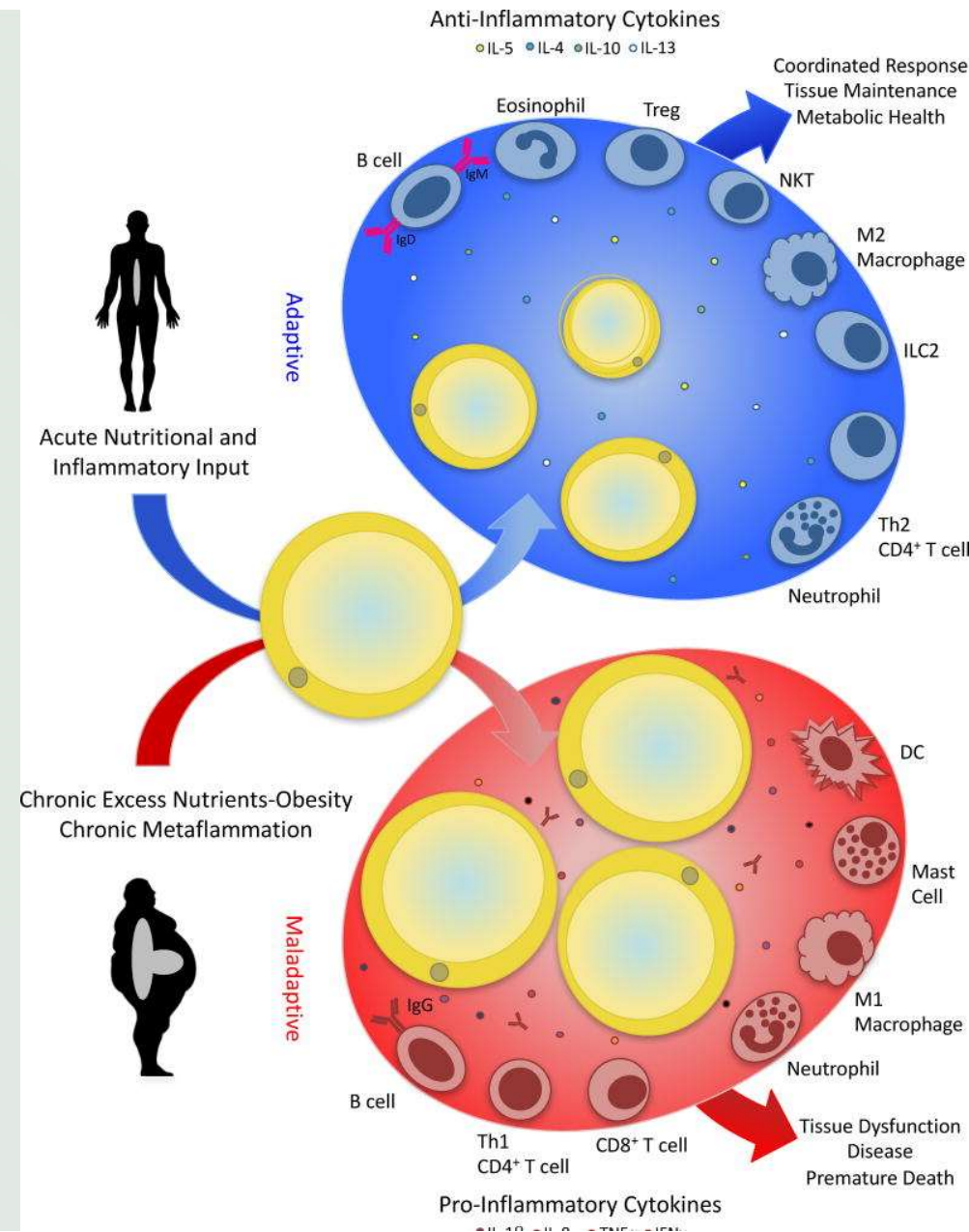
COD	S-3	campione	
sexo	M	media	DS
età	67	64,0	3,6
peso	95,3	92,9	13,0
BMI (kg/m ²)	29,40	28,6	3,3
Massa grassa (kg)	16,89	17,1	2,2
Massa grassa (%)	17,73	18,4	0,6
Indice di massa grassa (kg/m ²)	5,2	5,3	0,6
Massa magra (kg)	78,38	75,8	10,8
Indice di massa magra (kg/m ²)	24,2	23,3	2,8
Bone mineral content (kg)	2,94	11,8	15,0
Lean Body Mass (kg)	75,44	72,8	10,7
Massa adiposa viscerale (g)	602	609,0	187,6
Massa adiposa viscerale (cm ³)	650	658,0	203,1
Area massa adiposa viscerale (cm ²)	125	126,4	39,0
Indice di LBM (kg/m ²)	23,3	22,4	2,8
Indice di LBM appendicolare (kg/m ²)	10,7	10,0	1,3



Analisi espressione proteica nel plasma della Leptina T1



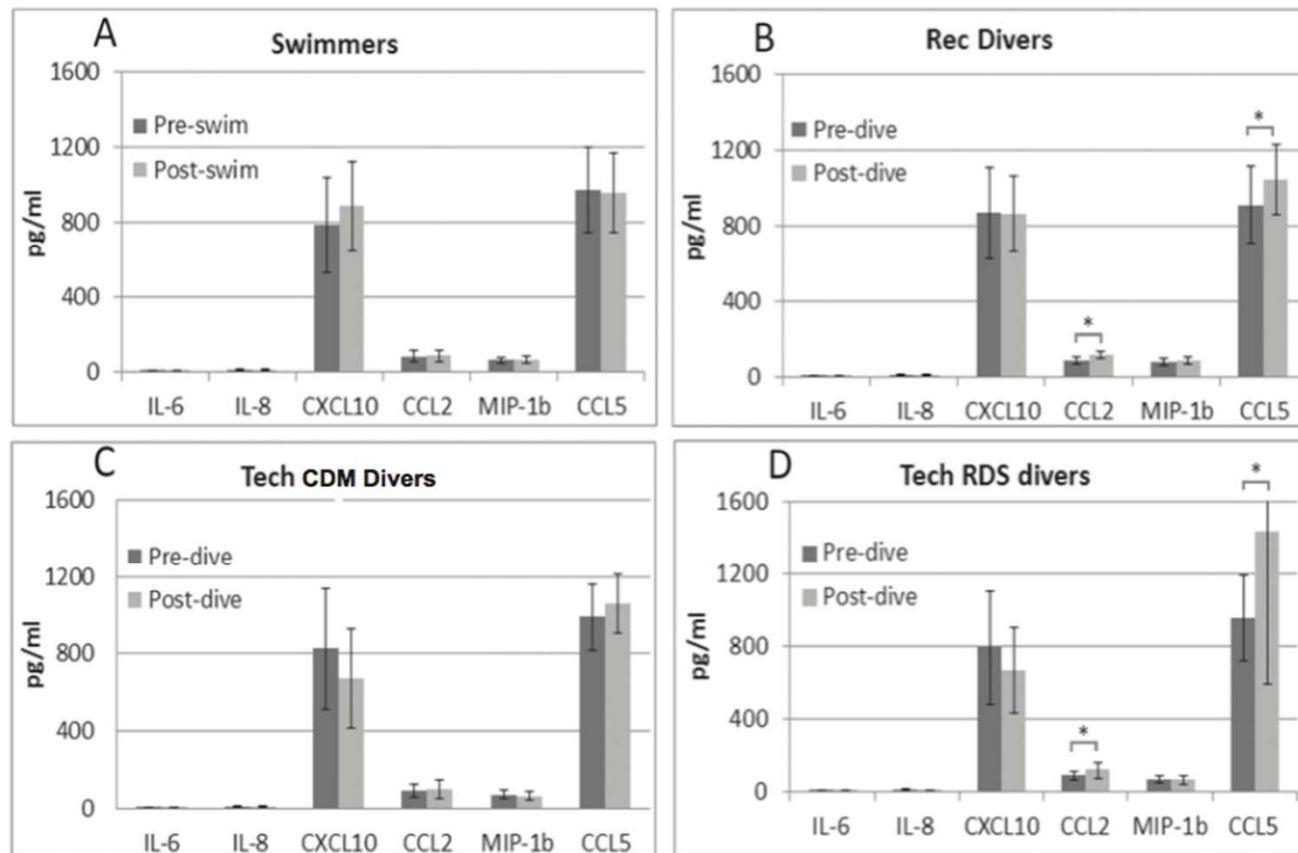
Lo stato infiammatorio sistemico è condizionato dallo **stato di nutrizione** (composizione corporea e qualità della dieta abituale) [Hotamisligil, 2017].



Spisni E, Marabotti C, De Fazio L, Valerii MC, Cavazza E, Brambilla S, Hoxha K, L'Abbate A, Longobardi P. A comparative evaluation of two decompression procedures for technical diving using inflammatory responses: compartmental versus ratio deco. *Diving Hyperb Med.* 2017;47:9-16.

Figure 3

Circulating cytokines and chemokines detected in swimmers before and 90 min after surface swimming, and in three groups of divers (mean +/- SD shown) before and 90 min after surfacing from their different dives: the concentrations of interleukin 6 (IL-6); interleukin 8 (IL-8); C-X-C motif chemokine 10 (CXCL10); C-C motif chemokine ligand 2 (CCL2), macrophage inflammatory protein-1 beta (MIP-1B) and C-C motif chemokine ligand 5 (CCL5) were simultaneously measured in the plasma of swimmers and divers by multiplexed Luminex®-based immunoassay; * indicates statistically significant differences (see text for details)



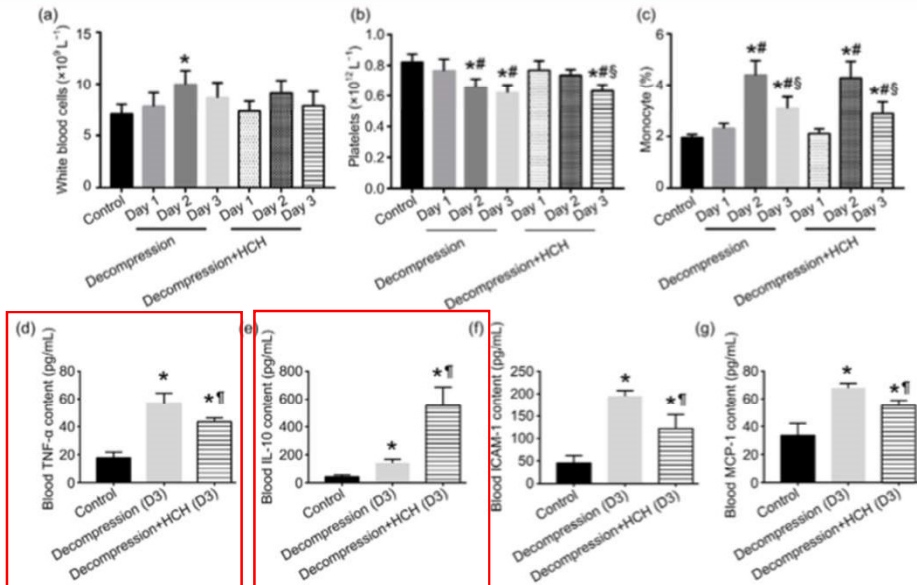


Fig. 2 Complete blood counting, inflammation, and chemotaxis in the blood

Six hours after decompression or high-concentration hydrogen (HCH) treatment, mice were sacrificed for blood collection. The amount of white blood cells (WBCs) increased after decompression or HCH treatment (a), and the platelet (PLT) count decreased over time (b). Moreover, the proportion of monocytes had the same trend as WBCs, it raised on Day 1 and Day 2, but decreased on Day 3 (D3) (c). Six hours after final decompression or final HCH treatment, animals were sacrificed for serum cytokine analysis (d-g). Decompression increased the levels of tumor necrosis factor- α (TNF- α) (d), interleukin-10 (IL-10) (e), intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1) (f), and monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) (g) in the blood. HCH treatment reduced the levels of TNF- α (d), ICAM-1 (f), and MCP-1 (g) as compared with the decompression group, but the IL-10 level increased after HCH treatment (e). Data are expressed as mean \pm standard deviation (SD), $n=6$. * $P<0.05$, vs. control group; $^{\#}P<0.05$, vs. Day 1 subgroup; $^{\S}P<0.05$, vs. Day 2 subgroup; $^{\P}P<0.05$, vs. decompression group

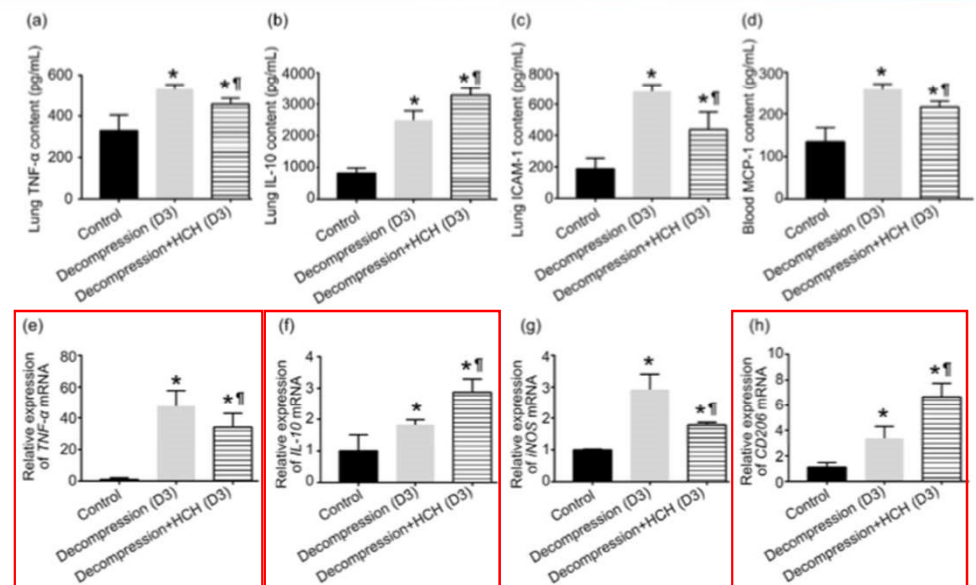


Fig. 3 Evaluating inflammation, chemotaxis, and polarization

Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) illustrated that decompression increased the levels of tumor necrosis factor- α (TNF- α) (a), interleukin-10 (IL-10) (b), intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1) (c), and monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) (d) in the lung. High-concentration hydrogen (HCH) treatment reduced the levels of TNF- α (a), ICAM-1 (c), and MCP-1 (d), compared with the decompression group, but the IL-10 level increased after HCH treatment (b). Quantitative real-time polymerase chain reaction (qRT-PCR) showed that the mRNA expression of TNF- α (e), IL-10 (f), inducible nitric oxide synthase (iNOS) (g), and CD206 (h) increased after decompression. Compared with the decompression group, HCH treatment inhibited the mRNA expression of TNF- α (e) and iNOS (g), but promoted the mRNA expression of IL-10 (f) and CD206 (h). Data are expressed as mean \pm standard deviation (SD), $n=6$. * $P<0.05$, vs. control group; $^{\#}P<0.05$, vs. decompression group. D3: Day 3

Recreational SCUBA diving practiced on a regular basis induce cardiac adaptive response and promotes anti-inflammatory status of the organism thus conferring cardioprotection as well as multiple health benefits. Yet, the impact of exercise on the organism is highly dependent on the frequency and intensity of exercise, the duration and load of training, and in extreme sports, such as diving, on environmental conditions. Therefore, it is of utmost importance to intensify scientific research on the effects of different types of diving on physiological processes at molecular level thus contributing to the elucidation of impact of this physical activity in extreme environmental conditions on human health.



Changes in Specific Biomarkers Indicate Cardiac Adaptive and Anti-inflammatory Response of Repeated Recreational SCUBA Diving

Jerka Dumić¹, Ana Cvetko¹, Irena Abramović², Sandra Šupraha Goreta¹, Antonija Perović³, Marina Njire Bratičević¹, Domagoj Kifer¹, Nino Sinčić², Olga Gornik¹ and Marko Žarak^{1}*



Conclusioni

L'esposizione ad atmosfere iperbariche non influenza negativamente il profilo infiammatorio

La composizione corporea di ogni individuo è un fattore chiave e l'immersione reverte la risposta del Sistema immunitario in senso anti-infiammatorio



Grazie per l'attenzione!



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dipartimento di Medicina Sperimentale

Prof. Alessandro Pinto

***Dipartimento di Scienze e Biotecnologie
Medico-Chirurgiche***

Prof.ssa Rita Businaro

Dott.ssa Federica Armeli

Dott.ssa Beatrice Mengoni

Dott.ssa Elisa Maggi

