



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**IMPATTO DELL'INTOSSICAZIONE ACUTA DA ETANOLO SU PRESTAZIONE
SPORTIVA E RECUPERO MUSCOLARE**

Relatore: Prof. Rigoni Michela

Laureando: Sari Marco

N° di matricola: 2055045

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Abstract.....	2
Introduzione	3
Etanolo: consumo e metabolismo.	3
Capitolo 1: Etanolo e prestazione fisica: dalle teorie alle evidenze	6
1.1 Etanolo ed esercizio fisico.....	6
1.2 Selezione di studi sull’Etanolo e Prestazione sportiva.	7
Capitolo 2: Influenza dell’etanolo sulle prestazioni fisiche e sul recupero: evidenze scientifiche. .	8
2.1 ‘Muscle Glycogen Utilization during Exercise after Ingestion of Alcohol’, Smith et al., 2021. Medicine and Science in Sports and Exercise 53(1):211–17.	8
2.2 ‘Effect of a moderate alcohol dose on physiological responses during rest and prolonged cycling’, Marley et al., 2024. Alcohol and Alcoholism 59(2).	10
2.3 Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. Parr et al., 2014. PLoS ONE 9(2).	13
2.4 The effect of post-match alcohol ingestion on recovery from competitive rugby league matches. Murphy et al., 2013 Journal of Strength and Conditioning Research 27(5):1304–12.	17
2.5 A low dose of alcohol does not impact skeletal muscle performance after exercise-induced muscle damage. Barnes et al., 2011. European Journal of Applied Physiology 111(4):725–29.	20
Capitolo 3 Etanolo e sport: riflessioni su prestazioni, recupero e salute.	21
Bibliografia.....	24
Sitografia.....	24

Abstract

Questa tesi esamina gli effetti dell'etanolo sulla prestazione fisica e sul recupero dopo l'esercizio fisico, tramite l'analisi di 5 articoli scientifici. Sono stati valutati 2 studi che analizzano l'impatto dell'etanolo assunto prima dell'esercizio fisico, ed i restanti 3 gli effetti dell'assunzione post-esercizio. Nei risultati, si evidenzia che gli effetti e l'impatto dell'etanolo sono dose- dipendenti. In quantitativi bassi ($0,1\text{g}\cdot\text{kg}$), l'etanolo non produce effetti rilevanti sulle prestazioni, al contrario a dosi più elevate ($0,5\text{g}\cdot\text{kg} - 0,6\text{g}\cdot\text{kg}$) si verificano alterazioni nella frequenza cardiaca e nella diuresi, che possono indurre i primi effetti negativi durante la performance dell'atleta e nel successivo recupero. Tali effetti vengono ulteriormente amplificati quando l'assunzione d'etanolo raggiunge dosaggi più elevati ($1\text{g}\cdot\text{kg} - 1,5\text{g}\cdot\text{kg}$), interferendo negativamente sulla prestazione e sulla qualità del recupero, rendendolo più lento e meno efficace, inoltre compromettendo la lucidità mentale.

Questi studi suggeriscono quindi l'importanza di limitare il consumo d'etanolo prima e dopo la pratica sportiva. I risultati emersi necessitano però un maggior approfondimento, soprattutto andrebbero estesi ad una popolazione più ampia e diversificata.

Introduzione

Etanolo: consumo e metabolismo.

Al giorno d'oggi l'assunzione di etanolo è un'abitudine, esso rappresenta l'unico alcool destinato al consumo, di cui fanno uso anche gli atleti, i quali sono sottoposti a controlli periodici per verificarne un eventuale abuso sia nell'arco della stagione agonistica (sia che si tratti di un professionista oppure no), sia nei periodi tra le competizioni.

L'assunzione di etanolo è ampiamente diffusa in molti sport, comprese le categorie appena superiori alla maggiore età. Gli effetti e conseguenze che l'abuso di etanolo provoca alla fisiologia del nostro organismo sono noti: nel breve termine esso causa un'intossicazione, caratterizzata da uno stato euforico che può sfociare in un avvelenamento da alcol se le dosi ingerite sono troppo elevate, o in un coma etilico anche letale. Inoltre, esso può portare a disidratazione, perché dopo il suo assorbimento nel flusso sanguigno, raggiunge il cervello dove ha un impatto significativo sull'ipotalamo, il quale è responsabile della regolazione della produzione di più ormoni, tra cui l'ormone antidiuretico (ADH). Tale ormone regola l'equilibrio dei fluidi nell'organismo, tramite il riassorbimento dell'acqua a livello renale. L'etanolo inibisce la produzione dell'ormone antidiuretico, aumentando così la produzione di urina con conseguente disidratazione.

Numerosi e molto pericolosi sono gli effetti nel lungo termine: dipendenza, disturbi mentali (depressione od ansia), e danni irreversibili soprattutto a carico delle cellule epatiche. Le principali conseguenze a lungo termine dovute all'eccessiva assunzione di etanolo sono conseguenza del metabolismo che avviene a livello epatico, che risulta quindi il distretto maggiormente compromesso, e si manifestano con la comparsa di vacuoli all'interno degli epatociti che risultano quindi sofferenti, condizione nota come "degenerazione grassa del fegato". Questi vacuoli sono il risultato di un accumulo di trigliceridi nelle cellule parenchimali (Fig.1.2). La steatosi può manifestarsi per altre cause anche in tessuti diversi dal fegato come cuore, muscoli e reni.

Per comprendere il motivo dell'accumulo patologico di lipidi a livello epatico è necessario prendere in considerazione come l'etanolo viene metabolizzato dal nostro organismo. Esso, infatti, viene ossidato per il 95%, solo una piccola quota dell'etanolo introdotto viene eliminato attraverso l'espiazione o la sudorazione.

Il metabolismo dell'etanolo parte dal suo assorbimento da parte dello stomaco e dell'intestino tenue. In condizioni di moderate quantità di etanolo, esso viene metabolizzato nel fegato tramite ossidazione ad opera dell'enzima alcol deidrogenasi (ADH) che lo converte in acetaldeide, questa è una sostanza

potenzialmente tossica per l'organismo, ed infatti viene rapidamente trasformata in acetato con l'aiuto dell'enzima acetaldeide deidrogenasi (ALD) (Fig.1.1). L'acetato viene successivamente rilasciato nel flusso sanguigno, attraverso il quale raggiunge i muscoli per poi essere convertito in Acetil-CoA, il quale entrerà nel ciclo di Krebs come substrato energetico.

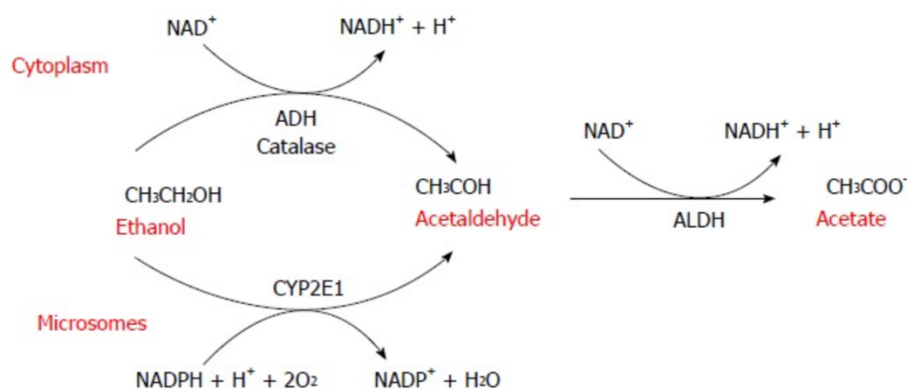


Figura 1.1: Metabolismo dell'etanolo (Ceni, Mello, and Galli 2014)

In presenza di alti livelli di etanolo, oltre al sistema ADH-ALD entra in gioco anche il sistema di biotrasformazione degli xenobiotici basato sul citocromo P450. Questo sistema enzimatico, la cui attività è indotta dall'etanolo, ossida l'alcool ad acetaldeide (lo stesso metabolita dell'ADH) con produzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS). Queste ultime, se accumulate, causano stress ossidativo alle cellule epatiche, contribuendo all'instaurarsi di uno stato infiammatorio e ad un maggiore rischio di malattie epatiche. Inoltre, la continua ossidazione dell'etanolo porta un aumento dei livelli di NADH, a discapito di quelli del NAD^+ , fatto questo che inibisce la beta-ossidazione degli acidi grassi, favorendone l'accumulo.

Bisogna inoltre ricordare che il fegato gioca un ruolo chiave nel metabolismo lipidico: esso infatti riceve tutti i lipidi provenienti dalla dieta, ne trattiene una parte per la produzione d'energia e per altri destini fisiologici, e si occupa poi del loro smistamento ai diversi distretti corporei. Lo stress ossidativo derivato dal metabolismo di elevate quantità di etanolo blocca processi fondamentali per la sopravvivenza cellulare come la sintesi proteica: questo porta ad un blocco della produzione di apoproteine, le proteine che fungono da carriers per la distribuzione dei lipidi ai diversi distretti corporei, causando la loro ritenzione nel fegato. Un abuso cronico porta quindi le cellule epatiche ad una progressiva degenerazione detta grassa o steatosi che, se progredisce, porta a morte cellulare, infiammazione, alla sostituzione del materiale necrotico con una cicatrice fibrosa più o meno estesa,

ed al sovvertimento dell'architettura dell'organo, che ne blocca la funzionalità, condizione nota come cirrosi. Mentre la steatosi è un processo reversibile, se viene rimossa la causa, la cirrosi rappresenta una condizione di non ritorno, nella quale gli epatociti andranno progressivamente incontro ad una degenerazione caratterizzata dall'accumulo intracellulare di trigliceridi sotto forma di vacuoli e, in seguito alla necrosi cellulari ed alla conseguente infiammazione, alla progressiva fibrosi (cirrosi epatica) (Fig1.3).

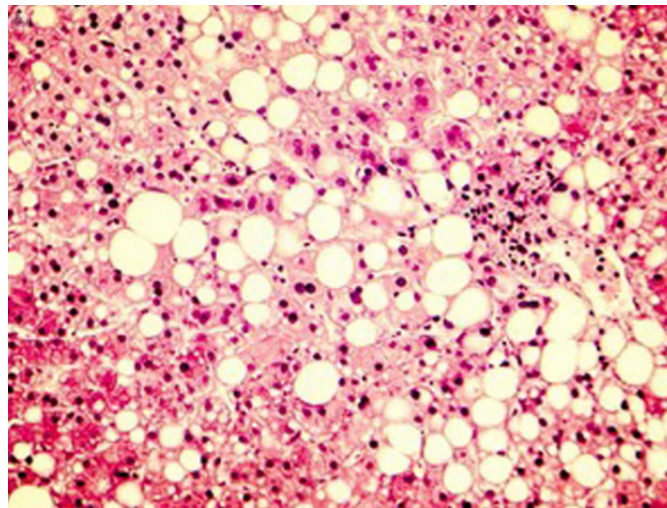


Figura 1.2: Steatosi epatica (1)

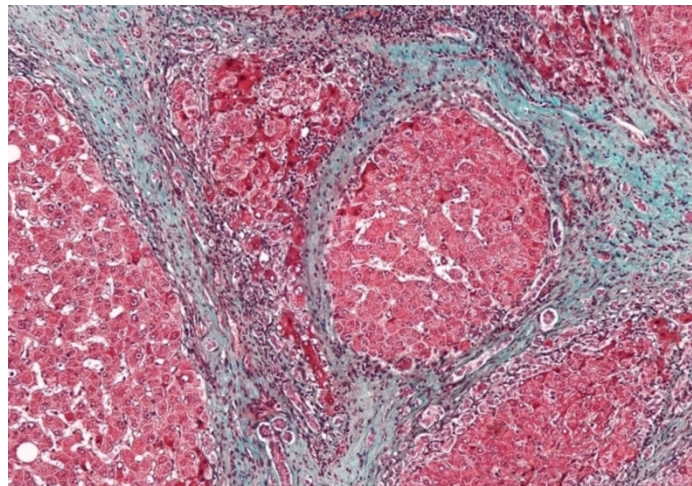


Figura 1.3: Cirrosi epatica (2)

Queste gravi conseguenze legate all'assunzione dell'etanolo vengono spesso sottovalutate di fronte all'effetto inebriante dello stesso dovuta alla sua azione psico-attiva che favorisce la socializzazione e disinibisce nei comportamenti.

Mentre le conseguenze negative sopracitate sono ben risapute, si sa poco di come l'etanolo possa influenzare la prestazione sportiva ed il relativo recupero. Di qui l'importanza di questa revisione della letteratura, che fornisce conoscenze che dovrebbero essere diffuse soprattutto ad atleti agonisti di alto livello con impegni nazionali ed internazionali, ai quali viene richiesta la migliore condizione fisica e performance sportiva.

Ho quindi analizzato e comparato alcuni articoli scientifici RCT, che riportano come l'assunzione di etanolo effettuata prima o dopo l'attività fisica influenzi la fisiologia del corpo umano sia nel corso della competizione che durante il recupero post gara. Le conclusioni emerse da questi studi possono rendere più consapevole l'atleta del fatto che l'abuso di etanolo può causare un peggioramento del rendimento sportivo.

Capitolo 1: Etanolo e prestazione fisica: dalle teorie alle evidenze

1.1 Etanolo ed esercizio fisico.

È di fondamentale importanza conoscere come l'etanolo agisce nel corpo umano, sia per conoscere l'influenza che ha se assunto prima o dopo una competizione, sia per capire come incide sul recupero muscolare, sulla sintesi proteica, sulla rigenerazione dei tessuti e, più in generale, su tutte le risposte fisiologiche ad un esercizio con un input di miglioramento delle capacità motorie.

Ad oggi non sono frequenti gli studi che analizzano l'influenza dell'etanolo sui diversi processi fisiologici alla base dell'omeostasi tissutale e cellulare, ed ancora più rare sono le comparazioni tra i vari studi.

L'etanolo ha effetti sull'omeostasi del glucosio, in particolare interferisce con la gluconeogenesi, la quale è fondamentale per mantenere i livelli di glucosio stabili nel sangue durante il dispendio energetico che si verifica nel corso dell'esercizio fisico. Questi effetti sono stati analizzati (Burke et al. 2003) in 15 soggetti maschi sani, di cui 6 ciclisti con un'alta preparazione fisica e i restanti 9 con un medio livello d'allenamento, nei quali sono stati osservati cambiamenti negativi nell'assorbimento del glucosio muscolare, dopo l'assunzione di 1,5g di etanolo per kg di peso corporeo, evidenziato da una ridotta glicemia post-pasto. Anche se la risposta insulinica è stata mantenuta, lo stoccaggio del glicogeno muscolare dopo 24 ore nel gruppo che ha assunto etanolo è risultato di 68 ± 5 mmol/kg,

inferiore rispetto a 82 ± 5 mmol/kg del gruppo di controllo. Questi risultati indicano che ci sono conseguenze negative sulla prestazione sportiva, poiché il glicogeno è la fonte primaria di energia durante l'attività fisica, e un recupero incompleto compromette le performance negli allenamenti e nelle competizioni successive.

L'etanolo ha effetti anche a livello del sistema nervoso centrale, dove influenza l'attività dei recettori GABA (acido gamma-amino butirrico) e NMDA (N-metil-D-aspartato). Nello specifico i recettori GABA sono inibitori e sono cruciali per modulare l'attività dei neuroni tra stato eccitatorio ed inibitorio, contribuendo così al mantenimento dell'equilibrio neuronale. I recettori NMDA invece sono di natura eccitatoria e sono fondamentali per la plasticità neuronale e per la funzione cognitiva. Nello studio (Lovinger, White, and Weight 1990) sono stati determinati gli effetti dell'etanolo sull'attività di questi recettori nei ratti, ai quali è stata somministrata una dose di alcol pari a 3,5-4g/kg di peso corporeo. Questo ha provocato una forte inibizione delle correnti attraverso i recettori NMDA (massima inibizione pari a $39,5 \pm 3,9\%$), mentre i recettori GABA non hanno mostrato alterazioni. Attraverso un'alterazione dell'attività dei recettori NMDA, l'etanolo causa una riduzione delle capacità cognitive e motorie, fatto altamente rischioso durante l'attività fisica per il rischio di maggiori infortuni dovuti ad una ridotta reattività verso stimoli esterni.

1.2 Selezione di studi sull'Etanolo e Prestazione sportiva.

Sono stati selezionati due articoli scientifici che studiano la possibile influenza dell'etanolo assunto prima della prestazione sportiva su quest'ultima e tre studi scientifici che ne valutano l'effetto sul recupero quando assunto al termine della pratica.

La scelta di tali tipologie di articoli è stata dettata da criteri rigorosi e specifici: sono stati selezionati 5 articoli scientifici RCT (Randomized Controlled Trial) tratti da PubMed, che sono stati analizzati e commentati, volti a coprire ogni aspetto dell'argomento oggetto di analisi, al fine di fornire una visione completa e più esemplificativa possibile.

Gli articoli relativi all'assunzione pre-esercizio misurano come cambiano l'utilizzo del glicogeno durante l'esercizio (Marley, Bakali, and Simpson 2024), la frequenza cardiaca, la produzione di urine, i livelli di glicemia e l'alcol nel respiro (Smith et al. 2021).

Invece gli articoli (Barnes, Mündel, and Stannard 2011; Murphy et al. 2013; Parr et al. 2014) analizzano l'impatto dell'etanolo sul recupero post-esercizio e come questo influisca sulla sintesi proteica (Parr et al. 2014), sulla forza e sulla potenza nelle giornate post-competizione, momenti che sono di notevole importanza se il soggetto è impegnato in stagioni agonistiche con numerose

competizioni. Nello studio (Murphy et al. 2013) si indaga l'effetto dell'assunzione di alcol sul recupero fisiologico e cognitivo, sulla forza e sulla potenza della parte inferiore del corpo. Infine nello studio (Barnes et al. 2011) va ad analizzare se l'assunzione di etanolo nel recupero dopo un esercizio particolarmente intenso influenzi le prestazioni muscolo scheletriche nei giorni seguenti.

Capitolo 2: Influenza dell'etanolo sulle prestazioni fisiche e sul recupero: evidenze scientifiche.

In questo capitolo verranno analizzati nel dettaglio diversi studi in merito agli effetti dell'etanolo assunto sia prima che dopo l'attività fisica. Poiché l'etanolo viene metabolizzato nel fegato e nell'intestino, ed altera i processi fondamentali come la gluconeogenesi e la sintesi del glicogeno, la sua assunzione può influenzare negativamente il metabolismo energetico e il recupero post-esercizio.

Il capitolo 2 rappresenta il nucleo della ricerca, in quanto qui viene analizzato e discusso ogni articolo nel dettaglio e vengono confrontati i risultati dei diversi studi.

2.1 'Muscle Glycogen Utilization during Exercise after Ingestion of Alcohol', Smith et al., 2021. Medicine and Science in Sports and Exercise 53(1):211–17.

Questo studio analizza il cambiamento nell'utilizzo del glicogeno corporeo durante l'esercizio fisico eseguito dopo l'ingestione di etanolo.

Lo studio è stato effettuato su 8 uomini di età media pari 24 ± 5 , una massa corporea media di $76,7 \pm 5,6$ kg ed altezza media pari a $1,80 \pm 0,04$ m, ai quali sono state rilevate le misure antropometriche ed una serie di parametri quelli relativi all'esercizio come la potenza di picco e il Vo_{2max} . Durante lo studio si è stimato tramite la tecnica della borsa di Douglas¹ il metabolismo basale di ogni partecipante, in modo tale da avere una stima della percentuale di ossidazione di lipidi e carboidrati a riposo e durante l'attività (ogni 15 minuti nei primi 60, ed inseguito ogni 30). In seguito, i partecipanti hanno ingerito la metà della dose totale di etanolo oggetto di studio pari a $6 \pm 0,2$ g, mentre il gruppo di controllo ha assunto solo acqua. Nei successivi 60 minuti di riposo sono stati raccolti i campioni di sangue a intervalli di 15 minuti, insieme ad un campione di gas espirato per gli ultimi 10 minuti. Inoltre, prima dell'ingestione del secondo bolo di etanolo sono state prelevate biopsie del vasto laterale.

¹ La tecnica della borsa di Douglas Metodologia usata per calcolare il metabolismo basale di un individuo.

Dopo aver ingerito il restante 50% dell'etanolo, i partecipanti hanno svolto un'attività di 120 minuti al 55% del $\dot{V}O_{2\max}$.

La quantità totale assunta di etanolo è stata quindi di $12,1 \pm 0,4$ g corrispondente a $0,1$ g·kg.

I livelli di glicogeno muscolare misurato nel pre-esercizio (gruppo EtOH valore medio 471 [387–555] mmol·kg dm⁻¹ vs gruppo controllo valore medio 469 [385–553] mmol·kg dm⁻¹) e quello utilizzato durante l'esercizio (gruppo EtOH, 229 [156–302] mmol·kg dm⁻¹, vs gruppo controllo, 258 [185–331] mmol·kg dm⁻¹) non differiscono in modo significativo tra gruppo EtOH e controllo. Non è stata rilevata alcuna differenza tra volumi gassosi di O₂ e CO₂, mentre la RER (rapporto di quoziente respiratorio, ossia del rapporto tra CO₂ prodotta e O₂ consumata) era diversa solo per un breve periodo dopo l'ingestione di etanolo (Fig. 2.1).

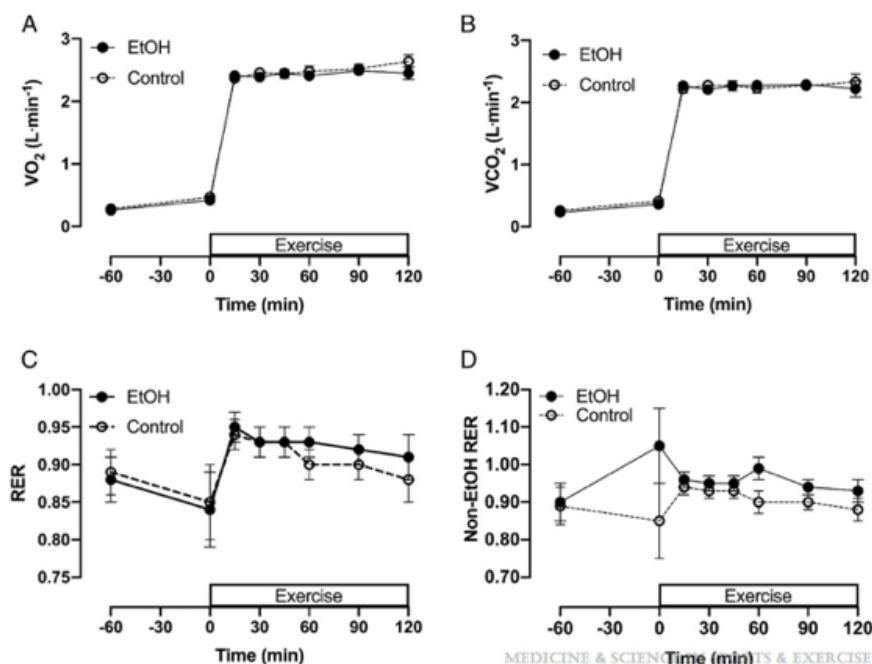


Figura 2.1: Media $\pm$ normalizzata 95% CI (A), $\dot{V}O_2$ grezzo (B), $\dot{V}CO_2$ grezzo (C) e rapporto di scambio respiratorio grezzo (D). Rapporto di scambio respiratorio non aggiustato per EtOH a riposo e durante l'esercizio fisico dopo l'ingestione di EtOH e controllo non calorico corrispondente al volume. (Smith et al. 2021)

Si è così concluso che una quantità di alcol pari a $0,1$ g·kg non altera il metabolismo e la conseguente ossidazione dei grassi e dei carboidrati durante l'esercizio fisico successivo. Tale, quantità tale di etanolo non influenza nessun aspetto dell'esercizio fisico, soprattutto se ingerita nel caso di bevitori abitudinari, i quali nel tempo sviluppano resistenza all'etanolo.

2.2 ‘Effect of a moderate alcohol dose on physiological responses during rest and prolonged cycling’, Marley et al., 2024. Alcohol and Alcoholism 59(2).

In questo studio si è indagato l’effetto di una dose moderata di etanolo su alcune risposte fisiologiche durante il riposo e nel ciclismo prolungato.

I partecipanti erano 8 maschi bevitori abitudinari con un’età media 23 ± 2 anni, un’altezza media di $1,77 \pm 0,04$ m e un peso medio di $75,8 \pm 4,1$ kg, i quali hanno completato due studi (controllo e alcol) in un crossover randomizzato, con l’assunzione totale di 48g di alcol, ovvero $0,6 \text{ g} \cdot \text{kg}$.

La mattina dello studio, i partecipanti hanno fornito un campione di urine e sono state registrate la massa corporea e le concentrazioni basali di alcol nel respiro, in un lasso di tempo tra 0 e 150 minuti precedenti all’esercizio; inoltre, sono state campionate la frequenza cardiaca, glicemia, il Vo2Max e la potenza massima dei partecipanti.

L’etanolo è stato assunto 40, 70 e 100 minuti dalle prove, seguito da 150 minuti di riposo, al fine di permettere la sua distribuzione.

Durante i 90 minuti di ciclismo al 50% del Vo2Max, sono state registrate frequenza cardiaca (ogni 5 minuti), sforzo percepito (ogni 14 minuti) e i tassi di alcol nel respiro ogni 7 minuti, infine i livelli di glucosio (ogni 15 minuti).

Nel corso dell’attività fisica tutti i partecipanti hanno assunto la stessa quantità di acqua pari a 1550 ml e dopo avere concluso la pedalata sono state monitorate per 120 minuti la frequenza cardiaca la glicemia ed il volume delle urine.

L’alcol nel respiro ha raggiunto una concentrazione massima dopo 90 minuti di riposo con un picco di $38 \pm 5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

I tassi di ossidazione di carboidrati e lipidi sono stati calcolati utilizzando le equazioni di Jeukendrup e Wallis (2005)².

Non sono state riscontrate differenze significative nei tassi d’ossidazione dei carboidrati:

controllo = $0,23 \pm 0,08 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$; alcol = $0,18 \pm 0,05 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ e dei lipidi controllo di $17 \pm 4 \text{ g}$ e nella condizione di alcol era di $20 \pm 7 \text{ g}$. I tassi totali di consumo dei carboidrati si aggiravano intorno a $115 \pm 19 \text{ g}$ e nella condizione di alcol era di $119 \pm 21 \text{ g}$.

La massa corporea era simile sia prima dell’attività sia successivamente, con una diminuzione in entrambi i gruppi non significativa.

Anche le concentrazioni di glucosio e la RER sono rimaste sempre simili tra le condizioni (Fig.2.2).

² Le formule di Jeukendrup e Wallis sono equazioni utilizzate per calcolare i tassi di ossidazione dei diversi sub-strati energetici durante l’esercizio fisico; per osservare l’efficienza con cui un individuo utilizza grassi e carboidrati durante l’attività.

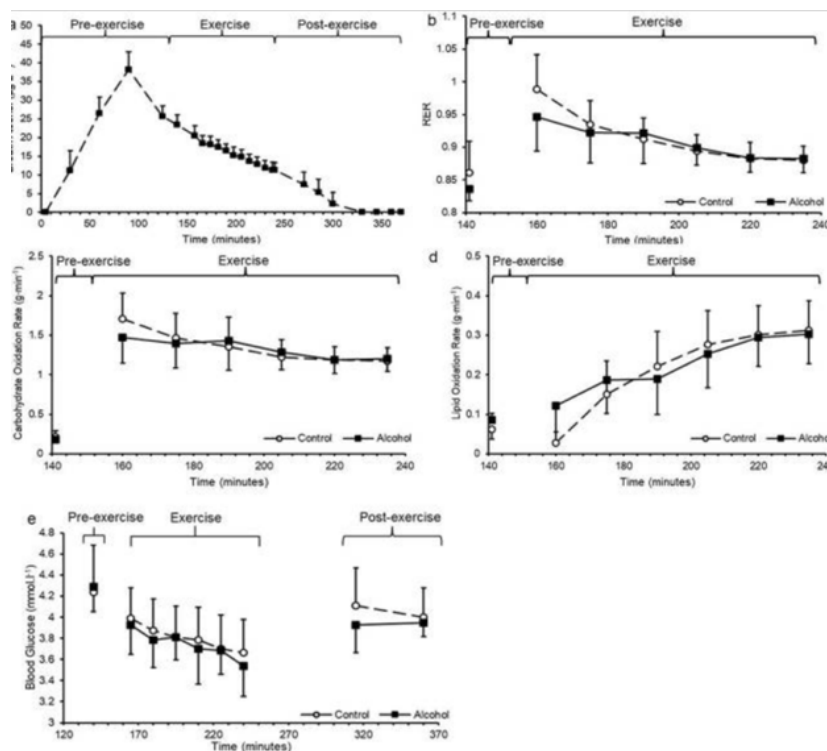


Figura 2.2: Dati di ossidazione respiratoria e del substrato. $n = 8$ con tutti i dati presentati come media $\pm$ SD. (a) RER in condizioni di controllo e di alcol. (b) Tassi di ossidazione dei carboidrati in condizioni di controllo e di alcol. (c) Tassi di ossidazione dei lipidi in condizioni di controllo e di alcol. (d) Concentrazioni di alcol in condizioni di alcol. (e) Glicemmi ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) in condizioni di controllo e di alcol in condizioni prima, durante e dopo l'esercizio. (Marley et al. 2024)

L'assunzione di etanolo ha portato ad un aumento significativo la frequenza cardiaca durante il riposo precedente all'esercizio, mentre durante l'esercizio essa è aumentata in entrambi i gruppi (Fig.2.3). Mentre all'inizio dello studio i partecipanti presentavano valori di volumi di urina simili (controllo 237 ± 171 ml, alcol = 253 ± 218 ml), si è registrato un aumento rapido del volume urinario nei soggetti EtOH rispetto al gruppo di controllo a 146, 240 e 300 minuti; tuttavia, la produzione cumulativa di urine alla fine dell'esperimento non differiva tra i gruppi (Fig.2.4).

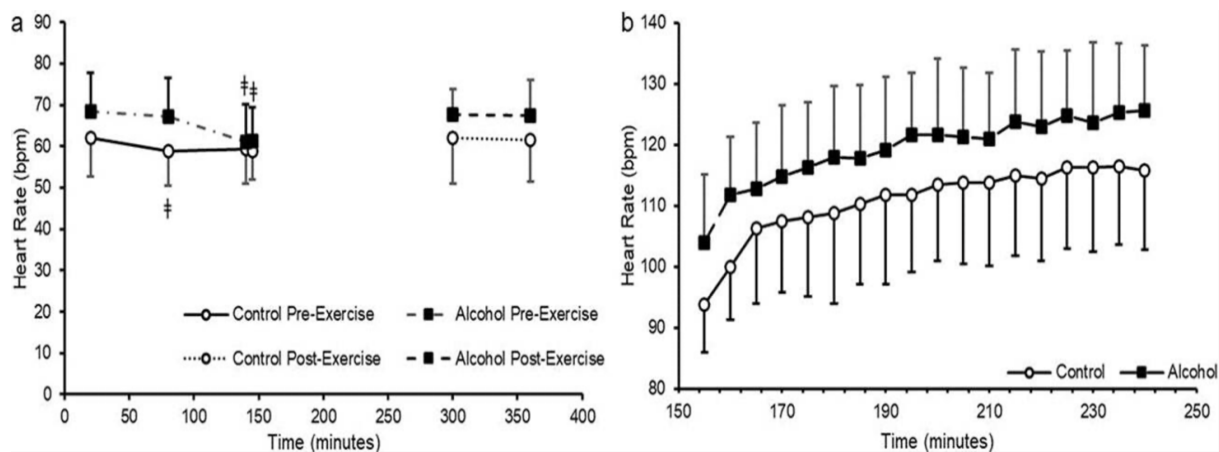


Figura 2.3: Frequenza cardiaca durante lo studio sperimentale. $n = 8$ con tutti i dati presentati come media $\pm$ SD. (a) Frequenza cardiaca pre e post-esercizio. (b) Frequenza cardiaca durante l'esercizio. differenza significativa all'interno del gruppo rispetto al primo pre-esercizio della frequenza cardiaca. (Marley et al. 2024)

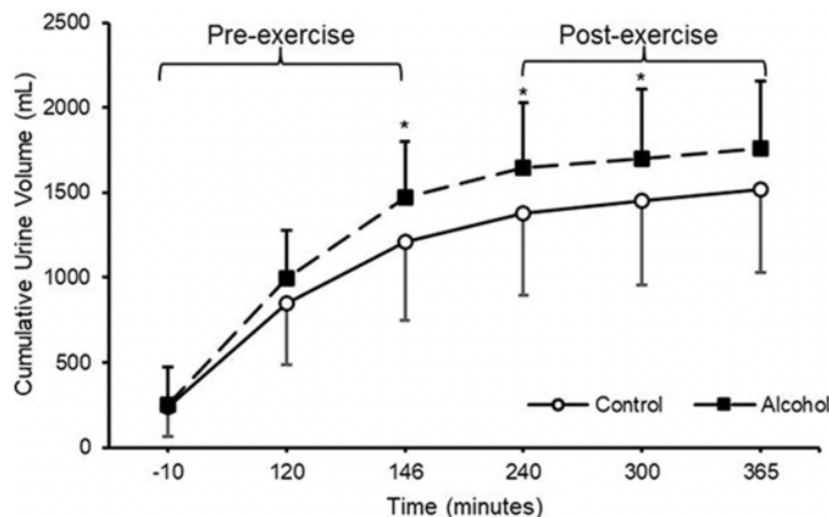


Figura 2.4: Produzione cumulativa di urina in condizioni di controllo e alcol. $n = 8$ con tutti i dati presentati come media $\pm$ SD * = differenza significativa tra i gruppi nello stesso punto di tempo. (Marley et al. 2024)

In conclusione, lo studio evidenzia che l'assunzione di etanolo, in tali dosaggi, non ha influenzato l'ossidazione di lipidi e carboidrati durante l'esercizio. Anche i valori della massa corporea, della glicemia e la RER non sono variati significativamente tra i gruppi.

L'etanolo ha influenzato la frequenza cardiaca, aumentandola sia a riposo che durante l'esercizio, anche se in quest'ultimo potrebbe essere legata allo sforzo fisico, invece la produzione di urine, con un aumento rapido nelle prime 2 ore, ma nella produzione complessiva non sono emerse differenze significative. Sebbene i risultati indichino che l'etanolo non influisca sull'ossidazione dei lipidi e dei

carboidrati, l'aumento della frequenza cardiaca può portare ad una percezione dello sforzo maggiore durante l'attività fisica. L'effetto nella diuresi invece, potrebbe generare una minor resistenza allo sforzo fisico e ad un conseguente maggior rischio di crampi. Dosi maggiori di 0,6 g·kg probabilmente avrebbero un impatto negativo maggiore sulla performance sportiva.

Ora che sono state analizzate le conseguenze che ha l'etanolo assumendolo in precedenza all'esercizio fisico, dobbiamo indagare se la sua assunzione post-esercizio influenzi il recupero e le prestazioni sportive dei giorni seguenti.

2.3 Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. Parr et al., 2014. PLoS ONE 9(2).

Questo studio ha l'obiettivo di determinare l'effetto dell'assunzione di alcol sui tassi di sintesi proteica miofibrillare dopo un esercizio intenso, processo che è fondamentale per l'adattamento muscolare ed il recupero. Gli autori volevano indagare come l'alcol, associato a diverse combinazioni di nutrienti, potesse influenzare i precedenti parametri rispetto alla sola assunzione di proteine.

Sono stati reclutati 8 maschi sani e attivi fisicamente con un'età media di $21,4 \pm 4,8$ anni e una massa corporea media $79,3 \pm 11,9$ kg, a cui sono stati stimati VO_{2max} e potenza di picco tramite un test incrementale, e la forza del quadricipite su una leg extension³ al fine di ottenere il carico di 1RM.

Ogni soggetto ha partecipato a 3 programmi sperimentali, a 14 giorni di distanza l'uno dall'altro, mantenendo inalterate le abitudini alimentari e l'attività fisica.

I 3 diversi programmi prevedevano l'assunzione post-esercizio di tipi e quantità di sostanze diverse: nel primo studio 25 g di proteine, nel secondo studio $1,5g \cdot kg$ di etanolo accoppiato ad una quota di carboidrati e nel terzo studio la stessa quantità di etanolo ma con 25 g di proteine. È stato somministrato in tutti e 3 gli studi un pasto ricco di carboidrati 2 ore dopo l'esercizio.

Il protocollo di allenamento prevedeva 5 ripetizioni al 50% e altrettante al 60% del 1RM stimata in precedenza, sempre con la stessa macchina utilizzata per il test massimale.

In seguito, è stato svolto un esercizio di resistenza con 8 serie di 5 ripetizioni al 80% del 1 RM, con un recupero di 3 minuti tra le serie.

³ La leg extension è un macchinario per le gambe, in cui si richiede una completa estensione dell'arto inferiore contro resistenza.

Dopo l'attività fisica, i soggetti hanno riposato per 5 minuti per poi iniziare una sessione di ciclismo per 30 minuti al 70% del VO₂max stimato, in seguito dopo un breve recupero di 2 minuti sulla bicicletta hanno concluso con dieci intervalli al 110% del loro picco di potenza, per una durata di 30 secondi l'uno e un recupero equivalente tra gli sprint.

Successivamente all'esercizio e dopo 4 ore i soggetti hanno assunto l'equivalente di 25 grammi di proteine del siero del latte in una soluzione proteica o 25 grammi di maltodestrine. Dopo 120 minuti dalla fine dell'esercizio fisico invece hanno assunto un pasto ricco di carboidrati 1,5g•kg. L'etanolo invece, in entrambe le condizioni è stato consumato in 6 dosi uguali ogni 30 minuti da un'ora dopo la fine dell'esercizio, abbinato a del succo d'arancia, mentre il gruppo di controllo ha ingerito lo stesso volume ma costituito d'acqua al posto dell'etanolo.

In un arco di tempo da 3 ore prima dell'esercizio a 8 ore da dopo l'esercizio sono stati prelevati in totale 17 campioni di sangue.

Sono stati esaminati inoltre gli effetti dell'assunzione di proteine e alcol sulle concentrazioni plasmatiche sia di BCAA⁴ (aminoacidi a catena ramificata) sia di EAA⁵ (aminoacidi essenziali) e leucina⁶, per comprendere meglio come queste sostanze fondamentali per il metabolismo proteico, vengano influenzate dal consumo d'etanolo. I loro livelli erano nettamente più alti sia nel gruppo di sole proteine, sia nel gruppo di proteine accoppiate con etanolo rispetto al gruppo di carboidrati accoppiati ad etanolo, fino alla sesta ora dopo l'esercizio.

Risulta evidente come la quantità di proteine assunte dopo l'esercizio fisico rappresenti un notevole input positivo per i livelli di EAA, BCAA e leucina, mentre il consumo di alcol e carboidrati non ha avuto gli stessi effetti (Fig.2.5).

Sono stati inoltre indagati alcuni indicatori di sintesi proteica muscolare dopo l'esercizio, come la fosforilazione di mTOR (mammalian Target of Rapamycin), il quale è regolatore della sintesi proteica e la sua funzione viene influenzata dalla disponibilità di nutrienti, aminoacidi come leucina e arginina, fattori di crescita come l'insulina⁷ e l'IGF-1⁸ (Insulin-like Growth Factor 1) ed energia (ATP).

I livelli di phosho-mTOR risultano aumentati nelle diverse condizioni, ma l'assunzione di etanolo ne ha causato una riduzione nelle ore successive all'esercizio. La fosforilazione mTOR dopo assunzione

⁴ I BCAA stimolano direttamente la sintesi proteica.

⁵ Gli EAA sono indispensabili per la sintesi proteica e devono essere assunti tramite dieta, perché il nostro corpo non li produce.

⁶ La leucina è un amminoacido utilizzato dagli esseri viventi per la sintesi delle proteine.

⁷ L'insulina è un ormone peptidico dalle proprietà anaboliche, prodotto dalle cellule β delle isole di Langerhans all'interno del pancreas.

⁸ L'IGF-1 è un ormone fondamentale per la crescita e per lo sviluppo cellulare, regolando il metabolismo e la riparazione dei tessuti.

di proteine era superiore rispetto ad alc-cho (~76%) e alc-pro (~54%) a 2 e 8 ore dopo l'esercizio e proteine a 8 ore dopo l'esercizio (~168%).

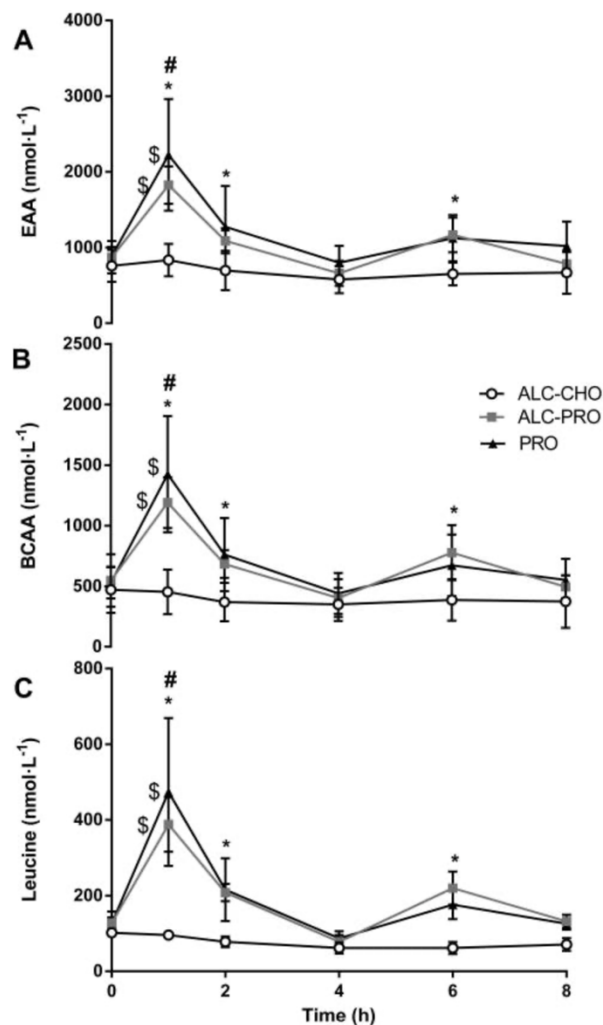


Figura 2.5: Concentrazione di plasma EAA (A), BCAA (B), leucina (C) a seguito di un singolo periodo di allenamento concomitante (Parr et al. 2014)

In sintesi, questo suggerisce che le proteine da sole favoriscono in modo migliore la sintesi proteica post-esercizio, e che l'etanolo sia un inibitore.

Inoltre, la fosforilazione di p70S6K, un fattore importante per traduzione degli mRNA che codificano per le proteine ribosomiali e i fattori di allungamento, era ridotta dal consumo di etanolo e rilevante solo con sole proteine e combinazione di proteine ed etanolo a 8 ore dopo l'esercizio (Fig.2.6).

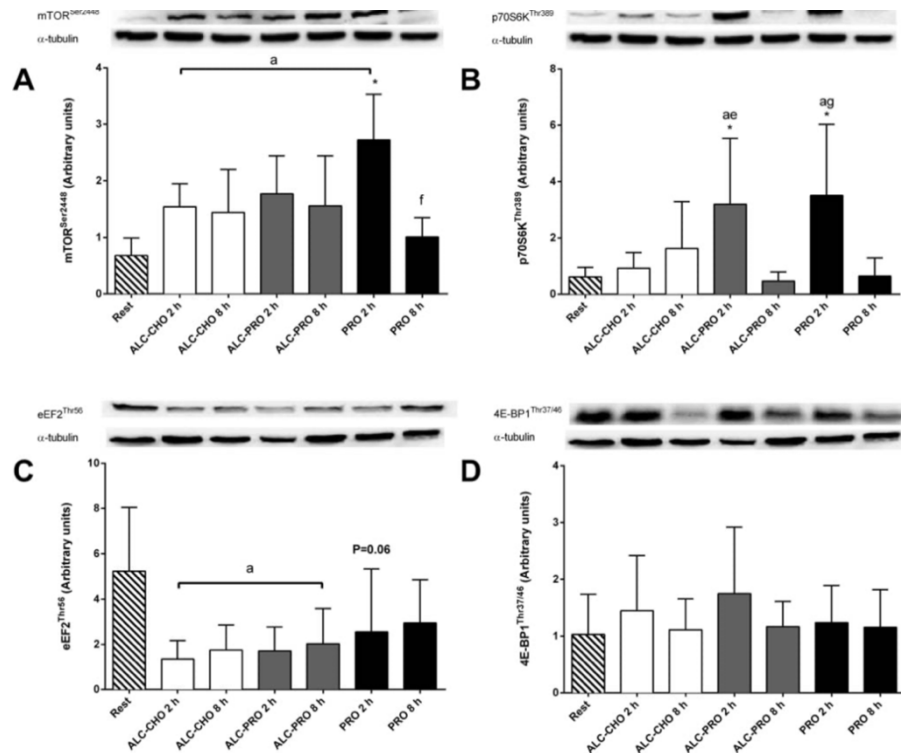


Figura 2.6: mTOR^{Ser2448} (A), p70S6K^{Thr389} (B), eEF2^{Thr56} (C), 4E-BP1^{Thr37/46} (D) fosforilazione a riposo e dopo un singolo periodo di allenamento simultaneo. (Parr et al. 2014)

I tassi di sintesi proteica miofibrillare (FSR) sono aumentati in tutti i trattamenti nell'intervallo di recupero da 2 a 8 ore, nel gruppo etanolo e carboidrati $0,032 \pm 0,005 \cdot h^{-1}$ (29%), nel gruppo etanolo e proteine $0,039 \pm 0,008 \cdot h^{-1}$ (57%), e nel gruppo solo proteine $0,052 \pm 0,008 \cdot h^{-1}$ (109%) (Fig2.7).

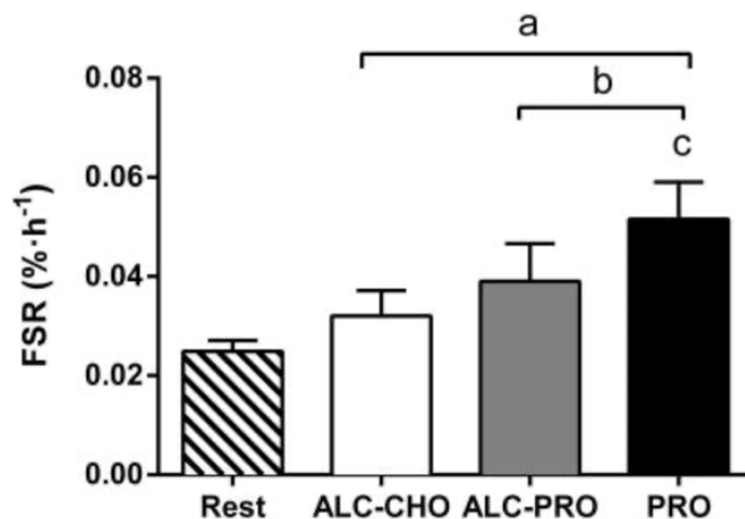


Figura 2.7 Tasso sintetico frazionario miofibrillare (FSR) durante il recupero di 2-8 ore dopo un singolo allenamento simultaneo. ($P < 0.05$) (Parr et al. 2014)

Alla luce di questi risultati si evince come l'assunzione di sole proteine dopo l'esercizio aiuti maggiormente la sintesi proteica rispetto agli altri trattamenti, e si può notare come l'etanolo diminuisca l'efficacia della sintesi proteica muscolare post-esercizio.

L'assunzione di $1,5\text{g}\cdot\text{kg}$ post-esercizio, somministrato ogni mezz'ora per 3 ore, iniziando dopo un ora dall'esercizio, compromette la segnalazione di mTOR e i tassi di sintesi proteica miofibrillare. Il tasso di riduzione della sintesi proteica muscolare (MPS) è stato ridotto circa del 37% nel gruppo di assunzione senza proteine, mentre con l'assunzione ottimale di proteine c'è stata una diminuzione del 24%. Questo significa, che successivamente allo sforzo fisico l'etanolo limita la capacità del nostro organismo di riparare il danno muscolare, dovuto all'esercizio fisico, riducendo l'efficacia dell'allenamento e rallentando i processi di recupero. La fosforilazione di mTOR e p70S6K è stata ridotta in seguito all'assunzione di etanolo. Questo si traduce in un recupero più lento e meno efficace che aumenta il rischio d'infortuni.

2.4 The effect of post-match alcohol ingestion on recovery from competitive rugby league matches. Murphy et al., 2013 Journal of Strength and Conditioning Research 27(5):1304–12.

In questo studio si è indagato l'effetto dell'assunzione di alcol sul recupero fisiologico e cognitivo, sulla forza e sulla potenza della parte inferiore del corpo in giocatori di Rugby League dopo una partita.

Nove giocatori con un'età media di $19,9 \pm 1,7$ anni, una massa corporea di $84,1 \pm 11,2$ kg e un'altezza media di $179,3 \pm 5,2$ cm, hanno completato due condizioni di test, a 2 settimane di distanza, in modo randomizzato che prevedeva gruppo di controllo e un gruppo che avrebbe assunto etanolo.

La durata media della partita di rugby è stata simile nei 2 gruppi, pari a $72,2 \pm 12,3$ minuti per ALC (gruppo etanolo) e $75,4 \pm 6,2$ minuti per CON (gruppo di controllo).

Dopo 4 ore dal termine di una partita competitiva di Rugby League, i soggetti dello studio hanno consumato un pasto standard seguito da una bevanda alcolica contenente $1\text{g}\cdot\text{kg}$ (gruppo ALC), mentre il gruppo CON ha ingerito un volume di liquidi simili di succo d'arancia.

Sono stati effettuati test informativi sulle prestazioni muscolari e sulle funzioni cognitive e sono stati misurati parametri fisiologici attraverso la raccolta di sangue venoso prima della partita, subito dopo, 2 ore dopo e dopo 16 ore.

Forza e potenza sono state valutate tramite CMJ⁹ (Countermovement Jump Test) e le relative contrazioni massime volontarie, l'attivazione volontaria e le proprietà contrattili sono state valutate con un dinamometro isocinetico.

Il protocollo consisteva in uno stimolo elettrico incrementale fino a raggiungere una fase di plateau alla coppia di picco di contrazione, successivamente lo stimolo è stato aumentato di un ulteriore 10% così da stimolare in totale la contrazione.

Prima della misura delle contrazioni volontarie massime, sono stati applicati al muscolo 6 impulsi elettrici distanziati di 20 secondi l'uno dall'altro, ed inoltre sono state eseguite delle contrazioni isometriche a diversi livelli di sforzo, rispettivamente al 60%, 80% e al 100% rispetto allo sforzo massimo.

In seguito, durante il test MVC (massima contrazione volontaria), le prime 5 e le ultime 5 contrazioni sono state simultanee ad uno stimolo elettrico, e dopo che il partecipante ha concluso la contrazione, quando il muscolo era completamente a riposo, è stato applicato un ulteriore stimolo per ottenere la "contrazione potenziata".

La funzione cognitiva invece è stata valutata con il test di Stroop, il quale misura la velocità e l'accuratezza nella distinzione tra il colore dell'inchiostro e il significato delle parole, rendendo più difficile processare informazioni incongruenti come, ad esempio, la parola rosso ma scritta in blu.

Non vi sono state evidenti variazioni nella distanza massima di picco o di media per il CMJ, nemmeno a diversi tempi dopo la partita.

Sono state evidenziate delle riduzioni significative di MVC ma in entrambe le condizioni rispetto al pre-partita, senza differenza tra le condizioni a 2 e 16 ore dopo.

Evidenti cambiamenti sono stati riscontrati nelle proprietà contrattili delle fibre; infatti, la coppia di contrazione era maggiore nel gruppo ALC, ma non sono state trovate differenze significative nel tempo di picco della coppia tra i gruppi, anche se il gruppo CON ha avuto una riduzione maggiore del tempo di picco della coppia da 2 a 16 ore post-partita (Fig.2.8).

⁹ Il Countermovement Jump è un test che misura la potenza degli arti inferiori tramite un salto verticale, partendo da una posizione di contro-movimento.

	Condition	Pre-match	Post-match	2 h post-match	16 h post-match	%Change (2– 16 h post-match)
MVC (N·m ⁻¹)	CONT	211.2 ± 31.4	187.9 ± 36.9	182.6 ± 24.5	171.8 ± 40.8	6.2 ± 15.1
	ALC	208.2 ± 30.2	190.5 ± 38.3	189.7 ± 30.6	191.3 ± 35.8	1.0 ± 9.7
VA (%)	CONT	88.9 ± 5.5	89.0 ± 11.7	86.9 ± 7.0	84.9 ± 13.3	2.4 ± 13.1
	ALC	86.5 ± 7.7	92.5 ± 11.6	91.6 ± 7.8	94.4 ± 6.8	3.9 ± 12.5
CMJ-peak (m)	CONT	0.36 ± 0.06	0.35 ± 0.07	0.36 ± 0.05	0.39 ± 0.06	10.5 ± 8.3
	ALC	0.39 ± 0.04	0.39 ± 0.06	0.37 ± 0.05	0.38 ± 0.05	2.3 ± 8.1†
CMJ-mean (m)	CONT	0.31 ± 0.06	0.31 ± 0.06	0.31 ± 0.04	0.34 ± 0.06	8.5 ± 9.7
	ALC	0.34 ± 0.03	0.34 ± 0.05	0.32 ± 0.05	0.33 ± 0.05	2.3 ± 6.1†
Pt (N·m)	CONT	61.9 ± 15.3	41.1 ± 12.7	51.8 ± 8.0	51.1 ± 14.9	-1.2 ± 25.1
	ALC	60.9 ± 15.4	62.7 ± 13.5	61.1 ± 10.9	61.6 ± 12.5	1.0 ± 11.8
TPt (ms)	CONT	90.4 ± 8.1	103.9 ± 35.4	79.4 ± 8.3	88.5 ± 7.5	11.9 ± 8.6
	ALC	88.0 ± 11.2	92.9 ± 14.5	91.7 ± 14.4	88.8 ± 5.4	-1.4 ± 14.2†‡
RTD (% Pt·s ⁻¹)	CONT	673.9 ± 155.6	461.8 ± 173.2	667.4 ± 141.5	583.4 ± 147.1	-10.0 ± 25.2
	ALC	692.2 ± 136.4	688.8 ± 120.5	679.3 ± 142.1	700.5 ± 137.6	5.3 ± 22.7
COG (s)	CONT	86.9 ± 11.5	85.5 ± 13.3	84.2 ± 7.4	78.7 ± 9.0	6.2 ± 10.4
	ALC	77.1 ± 8.8	72.8 ± 7.6	72.6 ± 5.8	75.5 ± 5.0	-4.4 ± 8.4†‡
RT-same (ms)	CONT	636.8 ± 121.8	598.8 ± 99.0	639.2 ± 72.6	601.4 ± 88.0	5.5 ± 12.3
	ALC	591.1 ± 70.5	544.1 ± 83.6	534.0 ± 39.1	577.3 ± 55.8	-8.3 ± 10.2†‡
RT-Diff (ms)	CONT	684.1 ± 99.4	682.8 ± 123.7	677.2 ± 102.6	628.0 ± 82.4	6.3 ± 12.2
	ALC	616.6 ± 96.8	542.4 ± 79.7	573.2 ± 96.8	576.3 ± 53.8	-3.1 ± 20.8†
MS	CONT	1.9 ± 1.7	6.1 ± 1.8	5.2 ± 2.3	5.1 ± 2.6	-6.4 ± 46.9
	ALC	0.9 ± 1.7	6.0 ± 1.9	5.3 ± 2.0	4.3 ± 1.9	-16.6 ± 19.8†

*MVC, VA, peak, and mean CMJ distance are represented as mean ± SD. MVC = maximal voluntary contraction; VA = voluntary activation; CMJ = countermovement jump; Pt = peak torque; TPT = time to peak torque; RTD = rate of torque development; COG = cognitive response time; RT-Same = congruent reaction time; RT-Diff = incongruent reaction time; MS = muscle soreness; CONT = control; ALC = alcohol.
†Large effect size ($d > 0.8$) compared with CONT.
‡Significantly different ($p < 0.05$) from CONT.

Figura 2.8: Valutazione neuromuscolare delle proprietà di contrazione potenziate di Pt, TPT, RTD dello sviluppo della coppia, COG, RT-Same, RT-Diff e MS per CONT (n = 9) e ALC (n = 9) tra i punti temporali (prima della partita, immediatamente dopo la partita, 2 ore dopo e 16 ore dopo la partita) e %change da 2 a 16 ore dopo la partita (Murphy et al. 2013)

Le risposte cognitive tra condizioni non mostrano differenze significative nel tempo complessivo del test. Tuttavia, il tempo di reazione per il gruppo che ha assunto etanolo è aumentato notevolmente rispetto al gruppo CON, sia per le risposte a stimoli congruenti che per quelle a stimoli incongruenti nel test di Stroop.

Risulta quindi che l'ingestione di etanolo abbia effetti negativi nel recupero post-match, un evidente effetto nella diminuzione di CMJ che si esprime in una minor capacità esplosiva del muscolo, che compromette negativamente la prestazione in sport con rapidi salti o cambi di direzione come nel calcio. Influisce negativamente anche sulle risposte cognitive, rallentandole, inducendo una peggior performance in sport che richiedono riflessi rapidi e reazioni immediate, aumentando il rischio di errori o infortuni.

In conclusione, l'assunzione di 1g•kg d'etanolo ha provocato effettivi negativi sul recupero dopo la partita, particolarmente rilevante negli sport di squadra o per atleti che partecipano competizioni multiple in breve tempo.

2.5 A low dose of alcohol does not impact skeletal muscle performance after exercise-induced muscle damage. Barnes et al., 2011. European Journal of Applied Physiology 111(4):725–29

In quest'ultimo studio viene esaminato se una bassa dose di alcol, assunta dopo un'intensa sessione di esercizio fisico con contrazioni eccentriche, amplifichi il calo di prestazione fisica.

Dieci soggetti maschili con un'età media di $20,8 \pm 1,6$ anni, una massa corporea media di $83,9 \pm 12,9$ kg, tutti sani e che regolarmente praticavano sport, sono stati sottoposti ad un protocollo di 300 contrazioni eccentriche massime dei muscoli quadricipiti di una gamba.

I soggetti hanno familiarizzato con lo studio e non hanno praticato esercizio fisico né assunto alcol o farmaci nelle 48 ore precedenti allo studio e fino a 60 ore dopo lo studio.

Prima del test tutti i soggetti hanno consumato un pasto standardizzato e da un riscaldamento di 5 minuti a 100 W, e in seguito una serie di 5 contrazioni massimali separate tra contrazioni isometriche¹⁰, eccentriche¹¹ e concentriche¹² sempre del quadricipite.

In seguito, ogni soggetto ha completato 300 ripetizioni eccentriche divise in 3 serie di attacco, con un recupero tra le serie di 5 minuti.

Dopo lo studio, i partecipanti hanno assunto un pasto standardizzato e 30 minuti dopo hanno iniziato ad assumere una bevanda alcolica contenente $0,5\text{g}\cdot\text{kg}$ di etanolo, il gruppo di controllo del succo d'arancia. È stato consumato un volume medio di vodka pari a $112,8 \pm 17,4$ ml diluito in un volume di succo d'arancia pari a $714 \pm 109,9$ ml, affinché entrambi i gruppi consumassero la stessa quantità di liquidi al gruppo di controllo è stato aggiunto un volume d'acqua pari a $458,4 \pm 70,4$ ml.

La continua contrazione eccentrica del quadricipite ha portato ad una significativa diminuzione della coppia di picco in tutte e tre le contrazioni.

Dopo 36 ore, la contrazione isometrica nel gruppo di controllo risultava del 12,3% inferiore ai pre-valori e nel gruppo d'etanolo un valore inferiore pari al 12,3%.

La contrazione concentrica è diminuita del 16,4% nel gruppo di controllo e del 21% nel gruppo alcol, diminuzioni minori a 60 ore dall'esercizio, rispettivamente nel gruppo di controllo 11,7% e 12,2% nel gruppo alcol. Nella contrazione eccentrica è stato evidenziato un comportamento diverso con delle diminuzioni più piccole corrispondenti al 4,2% per gruppo di controllo e 14,2% nel gruppo alcol, nelle 36 ore successive, valori che sono migliorati e si sono stabilizzati intorno al 6,1% rispetto ai valori iniziali (Fig. 2.9)

¹⁰ La contrazione isometrica è una contrazione senza variazione di lunghezza del muscolo.

¹¹ La contrazione eccentrica è una contrazione che porta ad un allungamento della lunghezza del muscolo.

¹² La contrazione concentrica è una contrazione che porta ad un accorciamento della lunghezza del muscolo.

	Pre	36 h	60 h
Peak ISO			
OJ	301.4 ± 48.9	-40.1 ± 44.0*	-17.1 ± 45.2
ALC	284.2 ± 49.8	-37.5 ± 45.3	-19.1 ± 59.1
Peak CON			
OJ	265.1 ± 50.3	-54.9 ± 47.1*	-35.3 ± 41.4
ALC	249.5 ± 50.4	-42.8 ± 38.8*	-31.5 ± 41.4
Peak ECC			
OJ	336.5 ± 77.3	-20.6 ± 89.6	15.9 ± 66.0
ALC	330.9 ± 81.7	-49.4 ± 51.9*	-20.4 ± 55.4
Average ISO			
OJ	269.7 ± 39.0	-33.2 ± 35.9*	-15.4 ± 45.2
ALC	264.4 ± 37.7	-35.3 ± 45.1	-18.8 ± 54.7
Average CON			
OJ	239.5 ± 31.2	-46.1 ± 42.8*	-30.2 ± 36.3
ALC	236.1 ± 37.9	-51.7 ± 45.2*	-34.4 ± 42.1 [†]
Average ECC			
OJ	308.4 ± 76.9	-51.4 ± 76.0	17.4 ± 77.3 [†]
ALC	310.3 ± 70.1	-54.7 ± 46.1*	-24.8 ± 51.6

Figura 2.9: Dati presentati come media ± SD ISO isometrico, CON concentrico, coppia eccentrica ECC (Nm), controllo OJ, trattamento alcolico ALC* $P < 0,05$, differenza significativa dal valore pre-esercizio $^{\dagger}P < 0,05$, differenza significativa rispetto al valore precedente (Barnes, Mündel, and Stannard 2011)

In conclusione, l'assunzione di etanolo pari a 0,5g•kg non ha prodotto effetti significativi in nessuno dei 3 tipi di contrazione e allo stesso modo il lavoro totale completato durante gli esercizi non è risultato differente tra il primo ed il secondo studio. Quindi, alle dosi indicate l'etanolo non sembra influenzare l'esercizio fisico in termini di contrazioni, un effetto che però potrebbe essere negativo con dosaggi maggiori.

Capitolo 3 Etanolo e sport: riflessioni su prestazioni, recupero e salute.

Le conclusioni degli studi riportati suggeriscono che l'etanolo ha effetti che dipendono dalla dose e dal contesto in cui viene assunto. Questi risultati devono essere validati ulteriormente ed essere estesi ad una fascia di popolazione più ampia.

Nello studio (Smith et al. 2021) con una dose di 0,1g•kg, assunta in precedenza all'attività fisica non sono emersi effetti significativi nella RER (rapporto di quoziente respiratorio tra CO₂ e O₂) e nell'ossidazione dei lipidi e dei carboidrati, ma questo risultato è fortemente dipendente dalle basse dosi d'etanolo assunto, che corrispondono all'etanolo fornito da una bottiglia di birra da 330 ml con una gradazione del 5%, o con un bicchiere di vino (125ml) di 12 gradi o con un bicchierino (40ml) di superalcolico di 40 gradi.

Gli effetti dovuti ad una dose moderata pari a $0,6\text{g}\cdot\text{kg}$, assunta sempre in precedenza alla prestazione sportiva nello studio (Marley et al. 2024) ha evidenziato l'aumento della frequenza cardiaca pre-esercizio e della diuresi, i quali possono influenzare diversi aspetti della prestazione come: l'efficienza cardiovascolare, la concentrazione, la coordinazione e causare una diminuzione della resistenza.

Nell'assunzione post-esercizio, con un'ingestione di $0,5\text{g}\cdot\text{kg}$ nello studio (Barnes et al. 2011), l'equivalente di 5 birre non ha rivelato particolari effetti nei 3 regimi di contrazioni.

Negli studi (Murphy et al. 2013; Parr et al. 2014) si è dimostrato che una dose di $1\text{g}\cdot\text{kg}/1,5\text{g}\cdot\text{kg}$ ha effetti negativi sul recupero dall'attività sportiva e anche sulla lucidità mentale. Il consumo d'etanolo ha condizionato negativamente la sintesi proteica miofibrillare e ha compromesso la segnalazione di mTOR, anche se abbinato ad un'assunzione ottimale di proteine.

In un individuo di 70 kg, per assumere un quantitativo da 70g a 105g di etanolo, sono necessari dai 5 ai 7 calici di vino, considerando una gradazione di 12%, un dosaggio che in un contesto sportivo post-competizione può essere consumato in alcune occasioni, soprattutto negli sport di squadra, inducendo così molte ripercussioni negative.

Gli effetti negativi nella performance sportiva possono sembrare non troppo marcati negli studi pre-esercizio ma essi sono di molto influenzati dal basso dosaggio; invece, è fondamentale notare che dosi moderate possono avere un impatto negativo sul recupero post-esercizio e sulle capacità cognitive, come concentrazione, riflessi, coordinazione e recupero, molto più gravi a dosi elevate come in un possibile caso di intossicazione acuta (oltre 80g d'etanolo), che sono aspetti della performance essenziali per raggiungere il miglior risultato e anche al fine di prevenire infortuni durante la competizione.

Gli atleti sia agonisti che non dovrebbero valutare meticolosamente l'assunzione della sostanza, dato che potrebbe comportare il fallimento nei propri obiettivi nel breve termine, inoltre nel lungo termine potrebbe compromettere la longevità della carriera sportiva, quindi è necessario trascurare gli effetti benefici percepiti a breve termine e prestare un occhio di riguardo agli effetti negativi che ne derivano, tenendo a mente che per essere al massimo della propria performance sportiva è necessario un approccio salutare in ogni momento, pur essendo l'etanolo una parte della cultura sociale ben radicata, che però, non è incluso in un percorso finalizzato all'ottenimento delle massime capacità fisiche e mentali.

Inoltre, gli effetti dell'etanolo in individui diversi possono essere più o meno marcati, anche a parità di consumo, causato dalla soggettività della risposta individuale, dovuta alla diversa velocità con cui esso viene metabolizzato.

In tutti gli studi esaminati, la popolazione oggetto di studio era sempre limitata e non si estendeva mai a grandi numeri, inoltre erano sempre uomini con un'età compresa da 19 ai 29 anni. Questo dato influenza di molto i risultati dato che l'uomo ha caratteristiche diverse rispetto alla donna come la struttura fisica, un differente assetto ormonale, un diverso corredo enzimatico con una dotazione di alcol deidrogenasi pari a quasi il 50% in più nell'organismo. È evidente a fronte di queste caratteristiche la capacità di metabolizzare l'etanolo nella donna è di molto minore, che potrebbe suggerire la possibile comparsa di effetti negativi anche a dosi che sembrano innocue nell'uomo. Questo indica che i risultati di questi studi non sono facilmente estendibili ad una popolazione diversificata in termini d'età e di sesso.

Evidente come ci sia la necessità di ulteriori studi e ricerche con un campione di popolazione diversificato e variabile.

Bibliografia

- Barnes, Matthew J., Toby Mündel, and Stephen R. Stannard. 2011. "A Low Dose of Alcohol Does Not Impact Skeletal Muscle Performance after Exercise-Induced Muscle Damage." *European Journal of Applied Physiology* 111(4):725–29. doi: 10.1007/s00421-010-1655-8.
- Burke, Louise M, Greg R. Collier, Elizabeth M. Broad, Peter G. Davis, David T. Martin, Andrew J. Sanigorski, Mark Hargreaves, and L M Burke. 2003. "Effect of Alcohol Intake on Muscle Glycogen Storage after Prolonged Exercise." *J Appl Physiol* 95:983–90. doi: 10.1152/jappphysiol.00115.2003.-We.
- Ceni, Elisabetta, Tommaso Mello, and Andrea Galli. 2014. "Pathogenesis of Alcoholic Liver Disease: Role of Oxidative Metabolism." *World Journal of Gastroenterology* 20(47):17756–72. doi: 10.3748/wjg.v20.i47.17756.
- Lovinger, David M., Geoffrey White, and Forrest F. Weight. 1990. *NMDA Receptor-Mediated Synaptic Excitation Selectively Inhibited by Ethanol in Hippocampal Slice from Adult Rat*.
- Marley, Andrew, Marianna Bakali, and Charlie Simpson. 2024. "Effect of a Moderate Alcohol Dose on Physiological Responses during Rest and Prolonged Cycling." *Alcohol and Alcoholism* 59(2). doi: 10.1093/alcalc/agad079.
- Murphy, Alistair P., Alanna E. Snape, Geoffrey M. Minett, Melissa Skein, and Rob Duffield. 2013. "The Effect of Post-Match Alcohol Ingestion on Recovery From Competitive Rugby League Matches." *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(5):1304–12. doi: 10.1519/JSC.0b013e318267a5e9.
- Parr, Evelyn B., Donny M. Camera, José L. Areta, Louise M. Burke, Stuart M. Phillips, John A. Hawley, and Vernon G. Coffey. 2014. "Alcohol Ingestion Impairs Maximal Post-Exercise Rates of Myofibrillar Protein Synthesis Following a Single Bout of Concurrent Training." *PLoS ONE* 9(2). doi: 10.1371/journal.pone.0088384.
- Smith, Harry A., Aaron Hengist, Drusus Johnson Bonson, Jean Philippe Walhin, Robert Jones, Kostas Tsintzas, Gregg H. Afman, Javier T. Gonzalez, and James A. Betts. 2021. "Muscle Glycogen Utilization during Exercise after Ingestion of Alcohol." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 53(1):211–17. doi: 10.1249/MSS.0000000000002458.

Sitografia

- (1) <https://www.topdoctors.it/articoli-medici/scopriamo-di-piu-sulla-steatosi-epatica/>
- (2) https://www.medicina360.com/cirrosi-epatica.html#google_vignette