



# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE**

## **XXV CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA**

SCUOLA DI DOTTORATO IN NEUROSCIENZE E SCIENZE COGNITIVE  
INDIRIZZO PSICOLOGIA

**COMPORTAMENTO DI GUIDA E FUNZIONI COGNITIVE:  
EFFETTI DELLA DEPRIVAZIONE DI SONNO, DEL CONSUMO DI  
ALCOLICI E DELLA CAFFEINA.**

Settore scientifico – disciplinare M-PSI/01

DOTTORANDO  
ALESSANDRO FRANCO MURONI

COORDINATORE  
PROF. TIZIANO AGOSTINI

SUPERVISORE DI TESI  
PROF. CORRADO CAVALLERO

ANNO ACCADEMICO 2011 - 2012

<b>INDICE</b>	<b>Pag.</b>
1. INTRODUZIONE.....	01
2. DEPRIVAZIONE DI SONNO, CONSUMO DI ALCOLICI E SICUREZZA STRADALE	
2.1. Effetti della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione di guida.....	05
2.2. Prestazione di guida e funzioni Cognitive.....	10
3. ATTENZIONE	
3.1. Introduzione.....	12
3.2. Il modello di Posner.....	13
3.2.1. Alerting.....	16
3.2.2. Orienting.....	16
3.2.3. Executive control.....	19
3.3. L'Attention Network Test .....	19
3.4. L'Attention Network Test – Revised.....	22
4. ESPERIMENTO 1: Effetti della privazione parziale di sonno e del consumo di alcolici sull'attenzione	
4.1. Introduzione.....	27
4.2. Metodo.....	36
4.2.1. Soggetti.....	36
4.2.2. Materiali.....	37
4.2.3. Disegno sperimentale.....	38
4.2.4. Procedura.....	38
4.3. Analisi dei dati e Risultati.....	40
4.3.1. Tempi di reazione.....	40
4.3.2. Accuratezza.....	44
4.3.3. Dati soggettivi.....	46

4.4.	Discussione.....	49
5.	INIBIZIONE	
5.1.	Introduzione.....	57
5.2.	Il modello di Logan.....	59
5.3.	Lo Stop Signal Task.....	63
6.	ESPERIMENTO 2: Effetti della deprivazione totale di sonno singoli e combinati al consumo di alcolici sull'Attenzione e sull'Inibizione: l'assunzione di caffeina come contromisura	
6.1.	Introduzione.....	65
6.1.1.	Studi sulla prestazione di guida.....	65
6.1.2.	Effetti della caffeina sulle funzioni cognitive.....	68
6.2.	Metodo.....	70
6.2.1.	Soggetti.....	70
6.2.2.	Materiali.....	71
6.2.3.	Disegno sperimentale.....	72
6.2.4.	Procedura.....	72
6.3.	Analisi dei dati e Risultati.....	74
6.3.1.	Attention Network Test.....	74
6.3.1.1.	Tempi di reazione.....	74
6.3.1.2.	Accuratezza.....	81
6.3.2.	Stop Signal Task.....	85
6.3.3.	Dati soggettivi.....	87
6.4.	Discussione.....	90
7.	ESPERIMENTO 3: Effetti del consumo di alcol sull'Attenzione e sull'Inibizione: l'assunzione di caffeina come contromisura	
7.1.	Introduzione.....	95
7.1.1.	Studi sulla prestazione di guida.....	95
7.1.2.	Effetti della caffeina sulle funzioni cognitive.....	93
7.2.	Metodo.....	98

7.2.1. Soggetti.....	98
7.2.2. Materiali.....	99
7.2.3. Disegno sperimentale.....	100
7.2.4. Procedura.....	100
7.3. Analisi dei dati e Risultati.....	101
7.3.1. Attention Network Test.....	101
7.3.1.1. Tempi di reazione.....	101
7.3.1.2. Accuratezza.....	105
7.3.2. Stop Signal Task.....	107
7.3.3. Dati soggettivi.....	109
7.4. Discussione.....	110
8. CONCLUSIONI .....	114
8.1. Effetti della deprivazione di sonno, singoli e associati al consumo di alcolici.....	115
8.2. Effetti del consumo di alcolici.....	116
8.3. Risultati oggettivi e aspetti soggettivi.....	118
8.4. Caffaina come contromisure.....	118
8.5. Limiti e futuri sviluppi.....	119
BIBLIOGRAFIA.....	121
APPENDICE.....	134

## INTRODUZIONE

Le abitudini dei giovani d'oggi rispetto a qualche tempo fa si sono modificate. Come hanno fatto notare Marczynski e colleghi (2009) sono emersi nuovi fenomeni sociali tra cui il *Binge Drinking*, ovvero il bere motivato dalla ricerca dello stordimento e dello stato di ebbrezza. Oggi più che mai, tra i giovani, è consuetudine trascorrere nottate insonni presso locali socialmente ricreativi consumando le più disparate bevande alcoliche. Queste nuove abitudini generano serie ripercussioni che si riflettono in importanti problemi sociali, difatti sono spesso associate a comportamenti considerati ad alto rischio e ad incidenti stradali. Deprivazione di sonno e consumo di alcolici rappresentano infatti una combinazione abbastanza comune, specialmente tra i giovani automobilisti (Banks *et al.*, 2004).

In generale la sicurezza stradale è un settore che suscita un forte interesse, sia nell'opinione pubblica che nelle istituzioni. In particolare, il fenomeno degli incidenti sonno-correlati ed alcol-correlati rappresenta un problema sociale di spiccata attualità che sta al centro di politiche comunitarie, atte a incoraggiare interventi concreti che ne promuovano una soluzione.

A livello istituzionale, in Italia, è stato dato ampio risalto all'alcol come fattore di rischio per la sicurezza stradale tanto che la guida in stato di ebbrezza è un fatto regolamentato dalla legge, Art. 186 del Codice della Strada e successive modifiche. Inoltre, con la legge numero 160 del 2007, è stata introdotta una serie di interventi normativi che, oltre ad inasprire le sanzioni per chi guida in stato di ebbrezza, vincolano i locali ricreativi che somministrano bevande alcoliche ad esporre delle tabelle informative sugli effetti del consumo di alcolici. Una di esse riporta i principali sintomi correlati ai diversi livelli di concentrazione alcolemica e l'altra consente di stimare il proprio tasso alcolemico in funzione del genere, del peso corporeo e della quantità e del tipo di bevanda consumata.

Sul versante della comunicazione sociale, il Governo, negli anni, si è impegnato nel promuovere numerose campagne preventive e di sensibilizzazione sugli effetti che il consumo di alcolici ha sulla prestazione di guida (Dosi *et al.*, 2011). Inoltre, recentemente, nell'ambito del progetto nazionale conosciuto come Sistema Ulisse, rappresentato da un osservatorio nazionale sull'uso dei dispositivi di sicurezza, è

stato istituito, presso il Ministero dell'Interno, l'Osservatorio Permanente delle Stragi del Sabato Sera (Taggi *et al.*, 2011).

La sonnolenza, come potenziale fattore di rischio per gli incidenti automobilistici, ha ricevuto invece meno attenzione e ad essa è stato dato meno risalto mediatico anche se sono state comunque intraprese diverse altre iniziative, quali offrire un caffè negli Autogrill durante le ore notturne o proiettare messaggi di sensibilizzazione nei cartelli luminosi dei tratti autostradali. In relazione a questo fattore, dal punto di vista normativo, sono stati attuati provvedimenti rivolti esclusivamente alla classe degli autisti professionisti. Infatti, in accordo con la disciplina prevista dal regolamento UE n°561/2006, in Italia, con la circolare n°12009 del 9 luglio 2010, è stato stabilito che gli autisti professionisti non possano guidare per più di quattro ore consecutive nella fascia oraria che va dalla mezzanotte alle sette del mattino, se l'attività di lavoro complessiva supera le dieci ore per ogni periodo di ventiquattro.

D'altro canto, in ambito scientifico, diversi ricercatori, con lo scopo di dare un contributo alla soluzione del problema degli incidenti automobilistici alcol e sonno correlati, hanno focalizzato il loro interesse nel settore della sicurezza stradale. Numerose ricerche (Brown, 1994) (Marcus *et al.*, 1996) (Horne *et al.*, 1995) (Horne *et al.*, 1999) (Connor *et al.*, 2001) si sono occupate di studiare la relazione tra deprivazione di sonno e prestazione di guida, ed è ormai universalmente riconosciuto che questa variabile rappresenta un fattore di rischio per la sicurezza stradale.

Sul versante dei possibili interventi atti a contrastare l'effetto avverso della deprivazione di sonno sulla prestazione di guida, altri ricercatori (Horne *et al.*, 1996) (Reyner *et al.*, 2000) (De Valk *et al.*, 2000) (Horne *et al.*, 2001) (Reyner *et al.*, 2002) (Biggs *et al.*, 2007) (Gershon *et al.*, 2009) (Mets *et al.*, 2011) hanno intrapreso un filone di studi per valutare se la caffeina o gli *Energy drink*, contenenti concentrazioni variabili di questa sostanza, possano rappresentare una valida contromisura a tali effetti avversi. In alcuni casi, questi studi hanno trovato che la caffeina e gli *Energy drink* sembrano in grado di poter contrastare il peggioramento della prestazione di guida indotto dalla deprivazione di sonno.

Così come gli effetti negativi indotti dalla deprivazione di sonno sulla prestazione di guida, anche quelli dell'alcol sono universalmente riconosciuti e anch'esso è considerato un fattore di rischio per la sicurezza stradale. Anche per questo

fattore, la comunità scientifica, attraverso studi sperimentali (Liguori *et al.*, 1999) (Lenne *et al.*, 1999) (Shults *et al.*, 2001) ed epidemiologici, (Heng *et al.*, 2006) ha raccolto una consistente quantità di dati che hanno consentito di individuare il livello medio di concentrazione alcolemica tale da compromettere il comportamento di guida e aumentare il rischio di incidenti stradali. Tali dati hanno poi permesso, ai legislatori dei diversi stati, di prendere provvedimenti normativi per cercare di arginare questo problema. Il più importante adottato è stato quello di istituire un limite legale di concentrazione alcolemica (BAC) per poter guidare (Moskowitz *et al.*, 2000).

Diversi altri ricercatori (Roehrs *et al.*, 1994) (Arnedt *et al.*, 2000) (Horne *et al.*, 2003) (Banks *et al.*, 2004) (Barret *et al.*, 2004) (Barret *et al.*, 2005) (Vakulin *et al.*, 2007) (Howard *et al.*, 2007) si sono invece focalizzati oltre che sullo studio dei singoli effetti di questi fattori anche sul loro effetto combinato, trovando generalmente che sia la deprivazione di sonno che l'alcol, singolarmente, producono un peggioramento della prestazione di guida e che il loro effetto combinato sembra causare un più importante peggioramento.

Senza sminuire l'importanza degli studi che hanno indagato gli effetti dell'alcol sulla prestazione di guida, svolti considerando parametri caratteristici di questo comportamento come i tempi di reazione sulla frenata, il numero di sbandate o il numero di incidenti, altri autori, già a partire dagli anni 50 del secolo scorso, sottolineavano quanto fosse altrettanto importante focalizzarsi sui sottostanti processi psicologici che permettono di implementare questo complesso comportamento (Cohen *et al.*, 1958).

Da allora diversi ricercatori si sono mossi in questa direzione studiando gli effetti del consumo di alcolici sui diversi aspetti sottesi al concetto di attenzione, come attenzione divisa e stato di allerta; sui processi percettivi ed in particolare sulla percezione visiva; sul processamento delle informazioni ed inoltre sul controllo psicomotorio (Moskowitz *et al.*, 1988) (Moskowitz *et al.*, 2000).

Poche ricerche invece si sono occupate di valutare gli effetti combinati di questi due fattori sugli aspetti cognitivi sottostanti al comportamento di guida.

Considerato lo stato attuale dell'arte si ritiene possa essere utile ed interessante approfondire questo argomento, con l'obiettivo di indagare quali aspetti cognitivi sottostanti al comportamento di guida sono maggiormente sensibili alla

combinazione tra deprivazione di sonno e consumo di alcolici, e in che misura essi vengono compromessi.

Il presente lavoro si pone pertanto come primo obiettivo quello di valutare oltre agli effetti singoli di questi due fattori anche gli effetti combinati, in generale sulle funzioni cognitive ed in particolare sull'attenzione e sui processi di inibizione, due variabili di estrema importanza per esecuzione del comportamento di guida (Brown, 1994). Inoltre, tenendo in considerazione che i dati presenti in letteratura suggeriscono che la caffeina sembra essere una buona contromisura per contrastare gli effetti della deprivazione di sonno sulla prestazione al simulatore di guida e su alcuni indici dell'attenzione, il presente elaborato si pone come secondo obiettivo quello di valutare se questa sostanza può essere una valida contromisura anche nel contrastare gli effetti di questi due fattori, singoli e combinati, sulla prestazione attentiva e sui processi di inibizione.



## **2. DEPRIVAZIONE DI SONNO, CONSUMO DI ALCOLICI E SICUREZZA STRADALE**

Negli ultimi anni, numerosi ricercatori hanno concentrato il loro interesse nel settore della sicurezza stradale svolgendo esperimenti atti ad indagare gli effetti di diversi fattori sulla prestazione al simulatore di guida. Sono stati ad esempio condotti esperimenti per valutare gli effetti della privazione parziale o totale di sonno, di periodi più o meno prolungati di veglia, di differenti concentrazioni alcolemiche, dell'ora del giorno in cui viene svolta la prestazione o ancora della durata della prestazione stessa. Nonostante siano stati condotti numerosi studi, quelli che si sono focalizzati sugli effetti combinati della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione di guida sono relativamente pochi.

### ***2.1 Effetti della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione di guida***

Tra gli studi che hanno preso in considerazione la combinazione di questi due fattori in relazione alla prestazione di guida, uno di questi è stato condotto per valutare gli effetti, singoli e combinati, di un periodo prolungato di veglia e del consumo di alcolici. Gli autori di questo studio hanno ipotizzato che, sia il periodo prolungato di veglia che il consumo di alcolici, causassero singolarmente un deterioramento della prestazione e che la loro combinazione potesse causare un deterioramento superiore a quello causato dalla somma del loro singolo effetto. Hanno inoltre ipotizzato che questi fattori potessero compromettere la capacità dei partecipanti all'esperimento di esprimere un giudizio relativo alla qualità della loro prestazione di guida. Allo scopo di testare queste ipotesi hanno pianificato un esperimento al quale hanno partecipato venti soggetti. Si sono avvalsi di un disegno sperimentale dal quale sono risultate quattro condizioni: periodo di veglia di 16 ore senza alcol (test alle 24:00 – BAC = 0); periodo di veglia di 16 ore con alcol (test alle 24:00 – BAC = 0,8 g/L); periodo di veglia di 20 ore senza alcol (test alle 4:00 a.m. – BAC = 0); Periodo di veglia di 20 ore con alcol (test alle 4:00 – BAC = 0,8 g/L);

In linea con la prima ipotesi, ovvero che l'effetto singolo dei due fattori compromettesse la prestazione al simulatore di guida, i dati hanno messo in evidenza che sia lo stato di veglia prolungata che il consumo di alcolici hanno

indotto un peggioramento di alcuni indici misurati, tra cui l'aumento del numero di incidenti e il guidare al centro della strada. Tuttavia, contrariamente alla seconda ipotesi, anche se la prestazione di guida nella condizione di veglia prolungata associata al consumo di alcolici è stata peggiore rispetto a quella osservata durante le singole condizioni, il peggioramento non è risultato statisticamente significativo (Arnedt, 2000). I dati presenti in letteratura riguardo a quest'ultimo risultato sono contrastanti, alcuni studi hanno infatti trovato un effetto sinergico di questi due fattori (Roehrs *et al.* 1994, 1996) (Horne, 2003), mentre altri non lo hanno riscontrato (Huntley *et al.*, 1974) (Peeke *et al.* 1980). Riguardo alla capacità di esprimere un giudizio relativo alla loro prestazione di guida, nella condizione di veglia prolungata associata al tasso alcolemico di 0,8 g/L, i dati hanno evidenziato una percentuale maggiore di casi nei quali i partecipanti allo studio ritenevano la loro capacità di guida troppo compromessa per guidare in sicurezza. Anche in questo caso i dati presenti in letteratura sembrano essere contrastanti. Altri autori hanno infatti trovato che a fronte di un peggioramento della prestazione al simulatore di guida e un oggettivo aumento della sonnolenza non corrispondeva la consapevolezza di questa alterazione (Horne *et al.*, 2003).

In un altro studio condotto su un ampio campione, composto da novantanove autisti professionisti, è stata valutata la prestazione al simulatore di guida e la prestazione in un compito di vigilanza, durante uno stato di riposo (circa 12-15 ore di veglia) e durante un periodo prolungato di veglia (18-21 ore) in combinazione a diverse concentrazioni alcolemiche (BAC=0 – BAC=0,3 g/L – BAC=0,5 g/L). Dai risultati di questo studio è emerso che la combinazione tra la bassa concentrazione alcolemica (0,3 g/L) e il periodo prolungato di veglia ha causato: un aumento significativo dei tempi di reazione e del numero dei *lapses* nel compito di vigilanza ed inoltre un peggioramento della prestazione al simulatore di guida, evidenziato da un aumento del numero di invasioni della corsia opposta e da una maggiore velocità rispetto a quella osservata nella condizione di concentrazione alcolemica più alta combinata allo stato di riposo (Howard *et al.*, 2007).

Altri ricercatori si sono chiesti se una bassa concentrazione di alcol nel sangue, circa la metà del limite legale Britannico consentito per la guida (~0.4 g/L), potesse comportare una compromissione della prestazione di guida già influenzata dalla sonnolenza. A tale scopo hanno pianificato e svolto uno studio al quale hanno partecipato dodici giovani ragazzi di sesso maschile, categoria ritenuta dalle

statistiche la fascia più a rischio per quanto concerne gli incidenti stradali; il disegno sperimentale utilizzato prevedeva quattro condizioni: normale notte di sonno combinata al consumo di alcol a pasto; normale notte di sonno senza consumo di alcol; riduzione di sonno (5 ore nella notte precedente al test) combinata al consumo di alcol a pasto; riduzione di sonno (5 ore nella notte precedente al test) senza consumo di alcol.

Gli autori di questo studio hanno scelto di misurare la prestazione al simulatore di guida, il livello oggettivo di sonnolenza attraverso l'attività EEG, e la percezione soggettiva della sonnolenza.

I risultati hanno messo in evidenza un peggioramento in tutti gli indici misurati dovuto ai singoli effetti della restrizione di sonno e del consumo di alcolici e un ulteriore peggioramento dovuto alla loro combinazione, tanto da causare peggiori risultati rispetto a quelli causati dal loro singolo effetto. Un dato tanto interessante quanto scontato è che la combinazione di queste due variabili ha generato un oggettivo aumento della sonnolenza; tuttavia quello che è risultato senz'altro più interessante è che tale aumento non è stato riscontrato nelle scale soggettive. Gli autori di questo studio hanno quindi concluso che la combinazione tra restrizione di sonno e assunzione di sostanze alcoliche sembrerebbe comportare un significativo peggioramento della prestazione di guida, un oggettivo aumento della sonnolenza, ma non la consapevolezza di tali alterazioni (Horne *et al.*, 2003).

Una semplice riflessione su quanto emerso da questo studio mette in luce la pericolosità insita nella combinazione di questi due fattori. Infatti, la mancanza di consapevolezza dell'oggettivo peggioramento potrebbe essere alla base della scelta di mettersi comunque alla guida di un veicolo pur non essendo nella condizione psicofisica adatta per poterlo fare in sicurezza.

Successivamente gli stessi ricercatori, alla luce dei risultati ottenuti, hanno scelto, considerando le differenze fisiologiche tra maschi e femmine nell'assorbimento dell'alcol e nel metabolismo, di replicare il precedente studio con l'obiettivo di valutare se giovani di sesso femminile fossero soggette agli stessi effetti riscontrati nei giovani di sesso maschile.

Da questo studio, in accordo con i risultati precedentemente osservati sul campione di sesso maschile, è emerso che, anche nelle donne, la restrizione di sonno sembra peggiorare notevolmente la prestazione di guida e la percezione soggettiva della sonnolenza. Sorprendentemente, a differenza degli uomini, le

donne non hanno riportato effetti negativi sulla prestazione di guida e sulla percezione soggettiva della sonnolenza, conseguenti al consumo di alcolici. Tuttavia, l'effetto del consumo di alcol è emerso quando associato alla restrizione di sonno, anche se, le donne, a differenza degli uomini, ne erano consapevoli. I dati soggettivi hanno inoltre indicato che le donne sembravano essere maggiormente consapevoli del rischio conseguente alla variazione della loro prestazione di guida riportata nelle diverse condizioni (Barret *et al.*, 2004).

La stessa équipe di ricercatori ha successivamente ipotizzato che in conseguenza ad una notte di deprivazione di sonno, la sonnolenza dovuta alle variazioni circadiane sperimentata nel tardo pomeriggio, subisse un aumento significativo se concomitante ad una concentrazione alcolemica modesta e comunque inferiore a quella consentita, dai limiti normativi di molti stati, per poter guidare. Hanno pertanto condotto un studio per testare la prestazione al simulatore di guida (alle ore 18:00 p.m.) di otto giovani di sesso maschile, che hanno partecipato ad un esperimento con un disegno sperimentale che prevedeva quattro sessioni di raccolta dati: normale notte di sonno precedente al test con BAC=0; normale notte di sonno precedente al test con BAC= 0.4 g/L; deprivazione di sonno (notte precedente al test) con BAC=0; deprivazione di sonno (notte precedente al test) con BAC=0.4 g/L.

Dai risultati di questo studio è emerso che, mentre la sola deprivazione di sonno ha comportato un oggettivo peggioramento della prestazione di guida, il solo consumo di alcolici non ha comportato alcun peggioramento. La combinazione tra deprivazione di sonno e consumo di alcolici ha invece causato un peggioramento di tutti gli indici misurati, dato in accordo con il precedente studio (Barret *et al.*, 2004). Gli autori sono giunti alla conclusione che un moderato consumo di alcolici, successivo ad una notte di deprivazione di sonno, risulta essere un comportamento dannoso che può compromettere la prestazione di guida, anche nel tardo pomeriggio (Barret *et al.*, 2005).

Un altro gruppo di ricercatori australiani ha invece condotto un studio simile a quello di Horne e colleghi (Horne *et al.*, 2003). Partendo dal presupposto che numerosi altri studi hanno dimostrato che la perdita di sonno e l'assunzione di alcolici causano un peggioramento della prestazione di guida e che la combinazione di questi due fattori sembra causare un più importante

peggioramento, si sono posti l'obiettivo di valutare l'effetto della restrizione di sonno combinata a due differenti livelli di concentrazione alcolemica durante il pomeriggio, sulla prestazione di guida, sulla sonnolenza e sulla percezione soggettiva della sonnolenza. Hanno pianificato e svolto la ricerca avvalendosi di un disegno sperimentale dal quale sono risultate quattro condizioni: controllo (normale notte di sonno – BAC=0); restrizione di sonno (4 ore nella notte precedente al test); restrizione di sonno combinata ad un BAC di 0.25 g/L; restrizione di sonno combinata ad un BAC di 0.35 g/L.

I risultati di questo studio hanno evidenziato un effetto della durata della prestazione di guida su tutte le misure effettuate ed inoltre un aumento del numero di sbandate quando la restrizione di sonno è stata combinata con la dose di alcol più alta. Questa combinazione ha portato inoltre, per tutta la guida, ad un aumento significativo della sonnolenza, inferito dall'aumento delle onde alpha/theta nell'attività EEG, nonché ad una maggiore sonnolenza soggettiva e valutazioni negative delle prestazioni di guida rispetto alla condizione di controllo o alla condizione di sola restrizione di sonno (Vakulin *et al.*, 2007).

Altri ricercatori, hanno effettuato una ricerca con lo scopo di ampliare i risultati di Horne e colleghi (2003) e includere nel campione non solo giovani di sesso maschile ma anche femminile ed inoltre restringere il focus ad una particolare situazione, ovvero simulare la condizione nella quale si trovano frequentemente i giovani quando, durante le prime ore del mattino (1:00 a.m), si mettono alla guida dopo avere consumato qualche drink. Hanno ipotizzato che, mentre una bassa concentrazione di alcol nel sangue (<0.5 g/L) non avrebbe comportato un aumento significativo del rischio di incidenti stradali, la combinazione tra deprivazione parziale di sonno e un basso tasso alcolemico avrebbe potuto invece causare un peggioramento significativo della prestazione al simulatore di guida.

Con lo scopo di testare queste ipotesi hanno condotto uno studio che prevedeva un disegno sperimentale con due condizioni: deprivazione parziale di sonno (5 ore nella notte precedente al test) e deprivazione parziale di sonno combinata al consumo di alcolici.

Hanno scelto di misurare, oltre alla prestazione di guida e alla sonnolenza, la percezione soggettiva del peggioramento della prestazione e la valutazione soggettiva del rischio di incidenti.

I risultati hanno messo in evidenza che il livello legale di BAC consentito per poter guidare (<0.5 g/L) sembra comunque aumentare la sonnolenza, compromettere la prestazione di guida ed inoltre, se combinato con la perdita di sonno, anche la percezione del rischio di incidenti. Nella condizione di deprivazione parziale di sonno, le donne hanno mostrato una migliore capacità di percezione del rischio di incidenti rispetto agli uomini ma, né gli uomini né le donne sono riusciti a percepire con precisione il rischio quando la deprivazione di sonno era associata al consumo di alcolici. Gli autori di questo studio hanno concluso che, quando parzialmente deprivate di sonno, le donne sembrano essere più sensibili all'aumento del rischio di incidenti o comunque più disposte ad ammettere i propri limiti nella guida rispetto agli uomini e che l'alcol sembra eliminare questa differenza comportamentale (Banks *et al.*, 2004).

Dagli studi considerati, presenti in letteratura, è possibile evincere che sia la deprivazione di sonno che il consumo di alcolici sembrano influenzare negativamente molti aspetti della prestazione di simulatore di guida e che la combinazione di questi due fattori, tranne in rari casi isolati, tende a compromettere maggiormente questa abilità.

## **2.2 Prestazione di guida e Funzioni Cognitive**

La guida è un comportamento complesso e multifattoriale che richiede il possesso di numerose abilità, alcune delle quali si svolgono coscientemente ed altre attraverso processi automatici. Brown (1994) enfatizza l'importanza degli aspetti cognitivi per l'esecuzione di questo comportamento sottolineando che esso richiede costantemente elevati livelli di vigilanza, attenzione selettiva e la capacità di prendere decisioni complesse.

Già a partire dagli anni 50 del secolo scorso, alcuni ricercatori erano consapevoli del ruolo giocato dai meccanismi psicologici nell'esecuzione di questo comportamento ed affermavano l'importanza dello studio di questi aspetti (Cohen *et al.*, 1958). Negli anni, numerosi ricercatori si sono occupati di studiare gli effetti di alcuni fattori, tra cui la deprivazione di sonno ed il consumo di alcolici, sugli aspetti cognitivi sottostanti al comportamento di guida. Sono state condotte ricerche sui processi percettivi, sui processi attentivi, sui processi di inibizione ed inoltre su altre funzioni esecutive.

Anche recentemente alcuni autori hanno ribadito l'importanza del ruolo dei processi cognitivi per l'esecuzione del comportamento di guida, affermando che esso è possibile grazie ad essi (Weaver *et al.*, 2009). In generale è stato chiaramente dimostrato che la compromissione del funzionamento cognitivo influenza negativamente la prestazione di guida, oltre che numerose altre attività della vita quotidiana (Brooke *et al.*, 1992) (Schultheis *et al.*, 2001). In particolare la compromissione della prestazione attentiva del conducente è stata spesso citata come una delle principali cause degli incidenti automobilistici (Kostyniuk *et al.*, 1998) (Lengenfelder *et al.*, 2002). Altri ricercatori, a sostegno di questa tesi, hanno trovato una correlazione significativa tra prestazioni ottenute in un test deputato alla misura dell'attenzione visiva e il coinvolgimento in incidenti stradali (Arthur *et al.*, 1994). Risultati simili sono stati osservati anche in altri studi dai quali è emersa una correlazione tra prestazione attentiva, misurata attraverso l'Attention Network Test (ANT), e i risultati dei punteggi al simulatore di guida (Weaver *et al.*, 2009). Questi dati sottolineano in generale l'importanza del sistema cognitivo nell'esecuzione del comportamento di guida e in particolare della prestazione attentiva.

### **3. ATTENZIONE**

#### **3.1 Introduzione**

Anche se l'attenzione può essere definita con semplicità come quel "fenomeno attraverso il quale si elabora attivamente una quota limitata di informazioni a partire dall'enorme quantità di input percepiti attraverso i sensi, i ricordi immagazzinati ed altri processi cognitivi", può essere altrettanto facilmente notato che, in letteratura, non esiste una definizione univoca di attenzione; probabilmente perché questa funzione cognitiva è caratterizzata da una certa complessità e soprattutto è spiegata da differenti teorie e rappresentata da differenti modelli. Negli anni, numerosi ricercatori si sono cimentati nello studio di questa affascinante funzione cognitiva fornendo diverse definizioni tra cui: la definizione di processi automatici e processi controllati, quella di attenzione selettiva e attenzione spaziale, di attenzione sostenuta e stato di allerta, di attenzione divisa, o ancora di focus attentivo (Sternberg *et al.*, 2000). Il concetto di attenzione sottende infatti un'ampia classe di processi che modulano la capacità degli individui di agire e interagire con il mondo esterno attraverso il mantenimento di uno stato di attivazione, la selezione delle informazioni sensoriali, il controllo e il monitoraggio di pensieri e azioni (Lengenfelder *et al.*, 2002).

Tra le diverse teorie e i diversi modelli proposti per spiegare il concetto di attenzione, quello di Posner può essere considerato come una soluzione di compromesso tra la posizione teorica sostenuta da chi considera l'attenzione come un sistema unico e quella sostenuta di chi considera l'attenzione come caratterizzata da operazioni separate, ognuna confinata ad una specifica modalità sensoriale, o ad una determinata operazione cognitiva.

Uno dei punti di forza di questo modello, oltre a quello di rappresentare una soluzione di compromesso, consiste nel fatto che esiste un compito specifico ideato per studiare in modo puntuale le componenti attentive proposte nel modello stesso. Posner e colleghi hanno infatti messo a punto un test cognitivo, chiamato Attention Network Test (ANT), con l'obiettivo di studiare le relazioni che intercorrono tra i tre network attentivi, responsabili dell'orientamento dell'attenzione, del mantenimento dello stato di allerta e delle complesse operazioni svolte per la risoluzione dei conflitti cognitivi (Fan *et al.*, 2002).



Questo test, come suggerito dagli stessi ideatori, rappresenta un compito relativamente semplice che, nonostante la semplicità, consente di raccogliere una importante quantità di dati. Queste caratteristiche lo rendono facilmente utilizzabile in diversi settori di studio, da quello clinico a quello etologico. Recentemente, come già affermato, alcuni ricercatori lo hanno utilizzato nel contesto della psicologia del traffico e non si sono sorpresi quando hanno trovato che rappresenta uno strumento in grado di predire i punteggi al simulatore di guida (Weaver *et al.*, 2009). Altri autori (Roca *et al.*, 2011) (Roca *et al.*, 2013), più recentemente, hanno fatto riferimento ad una versione modificata di questo test, chiamata ANTI – V, come possibile strumento per capire il ruolo giocato dai tre network attentivi in molte attività della vita quotidiana, tra cui il comportamento di guida .

Tenendo presente che il Modello di Posner può essere considerato come una soluzione di compromesso tra le due principali posizioni teoriche che sono state protagoniste del panorama scientifico degli ultimi cento anni e che inoltre l'ANT è risultato essere un buon strumento per poter predire i risultati della prestazione al simulatore di guida, nel presente lavoro di ricerca, per studiare il concetto di attenzione, si è scelto di fare riferimento a questo modello e a questo test.

### **3.2 Il Modello di Posner**

Tra i numerosi autori che si sono occupati dello studio dell'attenzione, Michael Posner può essere considerato uno tra i più importanti esponenti, tra coloro che hanno apportato i più importanti contributi.

Posner ha elaborato un modello partendo dal presupposto che questa funzione cognitiva sia un sistema indipendente suddiviso in diversi sottosistemi sottesi a specifiche aree cerebrali, affermando che queste aree sono interconnesse e formano una struttura complessa. Nel suo primo modello ha proposto due sottosistemi: Orienting e Detecting. Il primo deputato all'orientamento dell'attenzione verso i segnali target e il secondo responsabile della loro detezione e del mantenimento delle informazioni necessarie per l'elaborazione consapevole degli stimoli (Posner, 1980). Successivamente ha proposto un terzo sottosistema chiamato Alerting la cui funzione è quella di mantenere lo stato di allerta (Posner *et al.*, 1989).

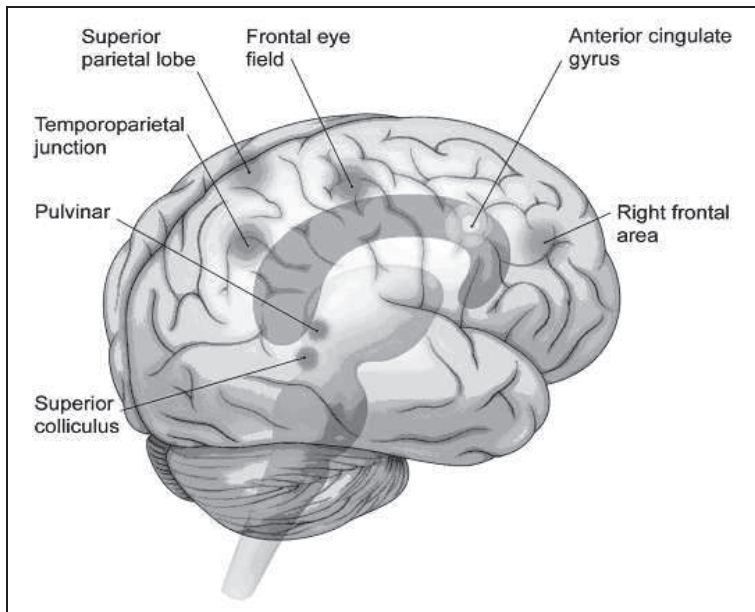
Nel 1990 Posner e Petersen (cfr. in Denes, Pizzamiglio, 1996) hanno descritto tre sistemi: il *Posterior Attentional System* (PAS), l'*Anterior Attentional System* (AAS) ed il sistema di vigilanza. Il PAS da un punto di vista funzionale è stato considerato responsabile dell'orientamento spaziale dell'attenzione verso gli stimoli target nelle varie modalità sensoriali, tra cui la più studiata è quella visiva. Secondo gli autori, questo sistema permette di dirigere l'attenzione su porzioni d'interesse dello spazio circostante. Da un punto di vista strutturale il PAS è stato associato ad aree cerebrali della corteccia parietale posteriore, del pulvinar e del collicolo superiore.

L'AAS dal punto di vista funzionale è stato ritenuto prevalentemente deputato al riconoscimento degli stimoli target necessari per l'esecuzione di un dato compito. Dal punto di vista strutturale questo sistema è stato associato ad aree della corteccia prefrontale mediale, inclusa la corteccia cingolata anteriore e l'area supplementare motoria (Denes e Pizzamiglio, 1996). Infine il terzo sistema proposto dagli autori, il sistema di vigilanza, così come si può facilmente intuire dal nome, funzionalmente è stato ritenuto responsabile del mantenimento dello stato di allerta e del collegamento tra l'attività del PAS e quella dell'AAS, ciò è in accordo con la sua organizzazione strutturale, è infatti associato alle vie noradrenergiche che collegano il locus coeruleus con varie aree corticali. Negli anni, il modello originale di Posner è stato rivisto e modificato fino a raggiungere la sua versione ultima in Posner e Raichle (1994); anche tale versione prevede la suddivisione del sistema attenzionale in tre network chiamati:

- *Alerting System*, coinvolto nel raggiungimento e mantenimento dello stato di allerta;
- *Orienting System*, deputato a orientare l'attenzione verso uno stimolo target;
- *Executive Control*, responsabile di complesse operazioni di monitoraggio e risoluzione di conflitti cognitivi.

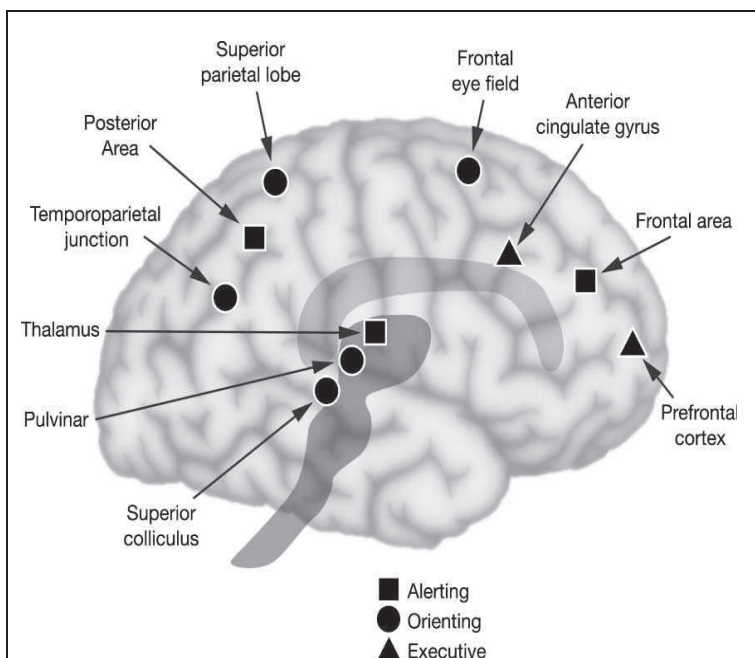
Questi network sono stati in un primo momento considerati relativamente indipendenti dal punto di vista funzionale, anche se non in tutte le situazioni (Fan *et al.* 2002); mentre più recentemente sono state sottolineate diverse interazioni tra le reti, in particolare tra l'Alerting e l'Executive Control (Fan *et al.* 2009). Ognuno di questi sistemi è stato definito, oltre che in termini funzionali, anche in termini strutturali (figura n°1 – figura 2).

Figura n°1



*Alerting System*: regioni frontali e parietali emisfero destro; *Orienting System*: lobo parietale posteriore e aree sottocorticali (pulvinar, collicolo superiore e nucleo reticolare del talamo); *Executive Control*: aree frontali e prefrontali, giro cingolato anteriore; (Wang, H., Fan, J., Liang, H. L., 2004).

Figura n°2



Anatomia dei tre network attentivi (Posner & Rothbart 2007).

### **3.2.1 Alerting System**

Dal punto di vista cronologico, l'Alerting risulta essere l'ultimo dei tre network attentivi proposti da Posner. Come già affermato, questo sistema è responsabile della preparazione e del mantenimento dello stato di allerta finalizzato alla percezione degli stimoli.

Tale network non svolge una funzione in grado di modificare la capacità di elaborazione delle informazioni, bensì agisce migliorando la reattività dei soggetti e rendendoli capaci di fornire risposte più veloci (Fan *et al.*, 2009). Tuttavia è stato osservato che spesso la reattività dei soggetti va a scapito della loro accuratezza (Posner *et al.*, 1989). Dalla definizione di Alerting data da Posner è possibile osservare una distinzione tra due concetti diversi: l'Alerting tonico e l'Alerting fasico (Posner 1978). Con il primo si identifica il livello di vigilanza generale, ovvero l'attenzione sostenuta (Parasuraman, Warm, See, 1998) mentre con il secondo si intende il cambiamento nell'attivazione in seguito alla presentazione di un segnale allertante (Fan *et al.* 2003).

Da un punto di vista strutturale, l'Alerting è stato associato con le regioni talamiche, frontali e parietali dell'emisfero destro. Studi svolti con tecniche di *neuroimaging* hanno infatti mostrato una aumentata attività in queste regioni quando i soggetti sono impegnati in un compito che richiede il mantenimento di uno stato di allerta. (Fan, *et al.*, 2003). Si pensa che ciò sia dovuto alla distribuzione del sistema corticale noradrenergico del cervello. (Fan *et al.* 2004).

### **3.2.2 Orienting System**

Come ha sottolineato Umiltà (1997), un passo importante nello studio dell'orientamento dell'attenzione spaziale è stato quello di separare la direzione dell'attenzione da quella dello sguardo. Normalmente un osservatore può infatti selezionare una posizione nello spazio orientandovi l'attenzione, tale orientamento solitamente è accompagnato da una rotazione degli occhi, del capo e a volte anche del corpo nella direzione dell'oggetto di attenzione. Tale rotazione fa sì che l'attenzione sullo stimolo e la percezione visiva dello stesso siano allineate e ciò determina l'impossibilità di distinguere gli effetti dell'orientamento dell'attenzione spaziale da quelli dell'acuità visiva.

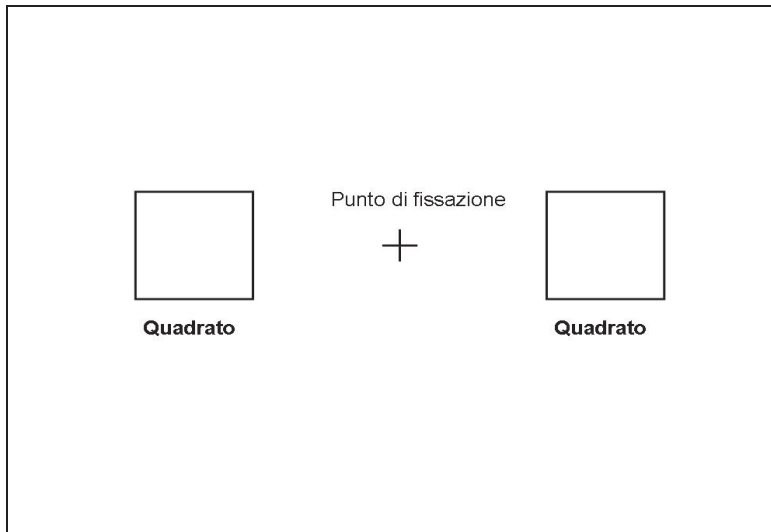
Il modello di Posner, come già affermato precedentemente permette di ovviare questo problema. Esso infatti, con il concetto di Orienting, si riferisce ad un

network deputato all'orientamento dell'attenzione verso uno stimolo target e considera tale orientamento potenzialmente svincolabile dalla percezione visiva dello stesso. In diverse ricerche sperimentali è stato infatti dimostrato che è possibile orientare l'attenzione, in risposta ad indizi, in un tempo inferiore ai 100 millisecondi e senza alcun movimento oculare. I movimenti oculari, detti anche saccadici, richiedono infatti un tempo di 200 millisecondi circa e il fatto che l'orientamento dell'attenzione avvenga in un tempo inferiore può essere considerata una prova che l'orientamento dell'attenzione è svincolato e temporalmente precedente alla percezione visiva.

In riferimento a questa concettualizzazione di orientamento, Posner (Posner, Raichle, 1994) distingue tra due tipi di orientamento: *overt orienting*, intendendo con tale termine l'orientamento esplicito caratterizzato da movimenti oculari; e *covert orienting*, riferendosi all'orientamento in assenza di movimenti oculari. Un esempio esplicativo della differenza tra questi due concetti è il seguente: “se un insegnante lascia aperta la porta dell'aula e nel bel mezzo di una lezione qualcuno passa davanti alla porta, tutte le teste si girano verso i suoni o le scene che provengono dal corridoio (*overt orienting*) [...] anche in assenza di segnali di orientamento manifesti, l'attenzione (*covert orienting*) viene comunque attratta verso lo stimolo sensoriale” (Gazzaniga, 2002); ciò è stato studiato mediante diverse varianti di metodi *cueing*.

Uno dei primi paradigmi sperimentali di *cueing* è appunto quello elaborato negli anni ottanta da Posner, chiamato Cued Reaction Time Task (CRTT). Questo paradigma, attraverso una articolata procedura, permette lo studio dell'orientamento implicito dell'attenzione (*covert orienting*). Il paradigma prevede che il soggetto sieda davanti al monitor di un computer. Nello schermo è presente un punto di fissazione rappresentato da una croce posta al centro del monitor. Ai lati del punto di fissazione sono raffigurati due quadrati all'interno dei quali può comparire un target (figura n°3).

Figura n°3



Esempio di *Cued Reaction Time Task* (Posner, 1980).

Il compito del soggetto è quello di segnalare la comparsa del target premendo un pulsante indipendentemente dalla posizione nella quale il target compare, tutto ciò mantenendo sempre lo sguardo sul punto di fissazione.

Prima della comparsa dello stimolo target, in un quadrato o nell'altro, compare un *cue*, rappresentato da un aumento della luminosità del quadrato stesso, che preannuncia la comparsa del target. Tale *cue* indica in alcuni casi la posizione corretta nella quale comparirà il target e viene detto *cue* valido, mentre in altri casi indica il quadrato opposto a quello dove comparirà il target, in questo ultimo caso viene invece definito *cue* invalido. Il paradigma prevede inoltre delle prove neutre, in cui entrambi i quadrati si illuminano, nelle quali il soggetto non ha alcun suggerimento informativo sulla posizione nella quale comparirà il target.

L'idea sulla quale è basato questo compito è che il *cue* valido comporti un orientamento implicito dell'attenzione facilitando la successiva percezione dello stimolo. Tale ipotesi ha trovato conferma nei dati sperimentali raccolti. È stato infatti osservato che i soggetti, nella condizione di *cue* valido, segnalano la comparsa del target più velocemente rispetto alle situazioni neutre, di controllo. Posner parla in questo caso di benefici attentivi, misurati sottraendo i tempi di reazione ottenuti nella condizione di *cue* valido da quelli ottenuti nella condizione di controllo. Parla invece di costi attentivi calcolati sottraendo i tempi di reazione ottenuti nella condizione di *cue* invalido da quelli ottenuti nella condizione neutra.

Queste osservazioni hanno portato Posner a concludere che l'orientamento dell'attenzione implica tre operazioni:

1. disancoraggio, ovvero lo sganciamento dell'attenzione dalla posizione iniziale;
2. spostamento, quindi movimento dell'attenzione da una posizione all'altra;
3. ancoraggio ovvero agganciamento del focus attentivo nella nuova posizione.

### **3.2.3 Executive Control**

Posner (1980), come già affermato precedentemente, nel suo primo modello, aveva proposto un sistema attenzionale anteriore (AAS) deputato al riconoscimento dello stimolo target, la cui funzione era quella di rilevare lo stimolo e mantenere il focus attentivo per l'esecuzione di un dato compito.

Nell'ultima versione del modello ha modificato alcuni aspetti dell'AAS ampliandone le funzioni attribuitegli e cambiandogli il nome in Executive Control (Posner, Raichle, 1994).

Questo sistema attentivo, rispetto all'AAS, è più complesso e assolve più funzioni. È infatti considerato responsabile di complesse operazioni mentali di monitoraggio e risoluzione di conflitti cognitivi tra diverse aree del cervello. Entra in gioco in situazioni nelle quali è necessaria la pianificazione, la presa di decisione o la ricerca di errori, risulta essere attivo anche in situazioni che vengono percepite come difficili o pericolose, azioni dove le abituali procedure automatizzate o parzialmente automatizzate risultano essere inappropriate o insufficienti (Fan et al. 2003). Questo network è stato spesso studiato mediante compiti che prevedono la risoluzione di conflitti cognitivi, come ad esempio tutte le varie versioni di Stroop test e, più recentemente, attraverso il Flanker Task di Eriksen (Fan et al. 2002). Strutturalmente è stato associato ad aree della corteccia cingolata anteriore e laterale prefrontale, legate alla via dopaminergica (Fan et al. 2003).

### **3.3 L'Attention Network Test**

L'Attention Network Test è un paradigma ideato dai collaboratori di Posner nel 2002 per misurare l'indipendenza e la funzionalità dei tre network attentivi.

Tale paradigma, come spiegato da Fan e colleghi (2002), nasce dalla combinazione dello storico paradigma di Posner (1980), il CRTT, già citato e

descritto precedentemente e del Flanker Task di Eriksen (Eriksen, Eriksen, 1974), esso è quindi composto da diversi tipi di *cue* e diversi tipi di *Flanker*.

Tale test è stato studiato in modo che risultasse di breve durata (circa 20 minuti) e di facile utilizzo, in modo che potesse essere utilizzato in diversi settori, come in quello clinico, quello evolutivo e persino in quello etologico (Fan *et al.*, 2002).

La procedura di somministrazione del test prevede l'utilizzo di un computer. Il soggetto sta seduto davanti ad un monitor, ad una distanza standard di circa 50 cm, tenendo lo sguardo fisso su un punto di fissazione, rappresentato solitamente da una croce posta al centro del monitor.

Tale test prevede tre tipi di stimoli possibili che possono comparire al di sotto o al di sopra del punto di fissazione. Tali stimoli sono composti da cinque frecce orizzontali allineate, che possono essere orientate a destra o sinistra. Il target a cui il soggetto deve prestare attenzione è rappresentato dalla linea centrale, le due linee alla destra e alla sinistra del target hanno la funzione di distrattori. I tre stimoli possibili sono:

- neutrale, in cui solo il target è orientato (indifferente se destra o sinistra) a differenza dei distrattori che non sono orientati (vedi riquadro "b" della figura n°4);
- congruente, in cui il target e i distrattori sono orientati nella medesima direzione, indifferente se destra o sinistra (vedi riquadro "b" della figura n°4);
- incongruente, in cui il target è orientato nella direzione opposta ai distrattori, indifferente se destra o sinistra (vedi riquadro "b" della figura n°4).

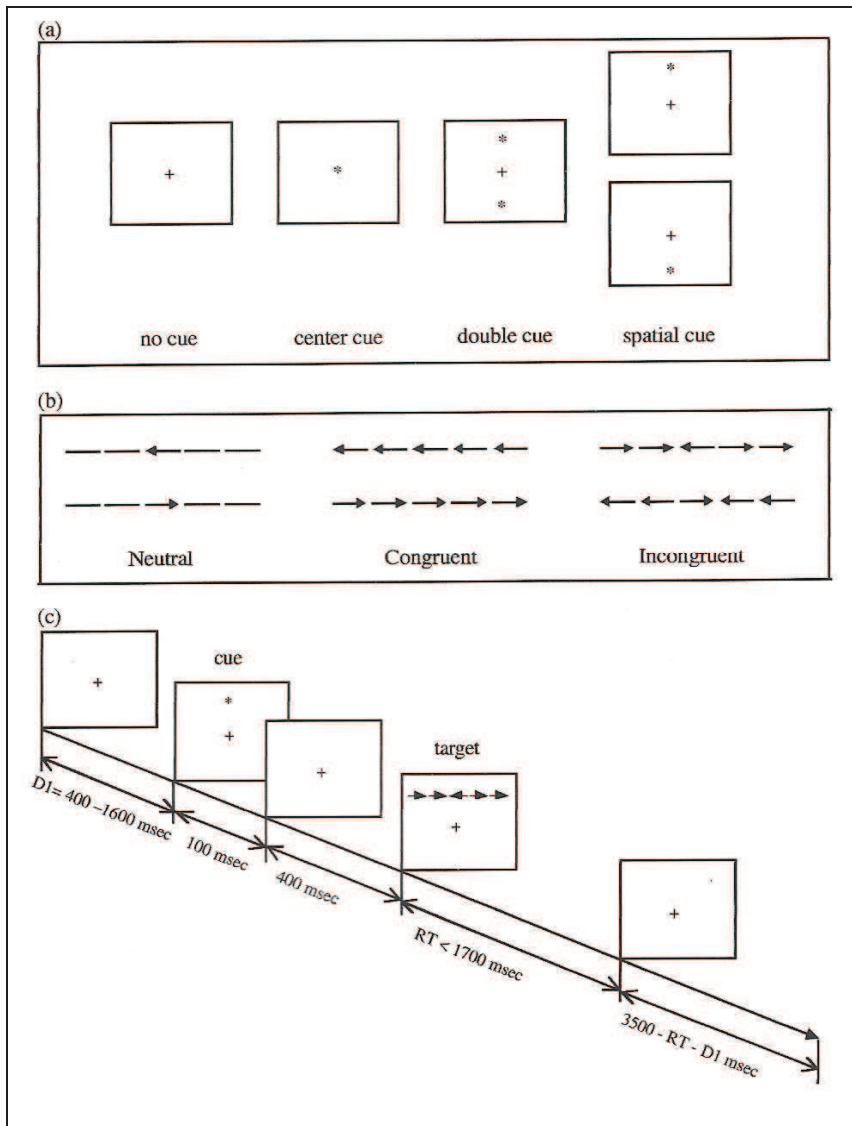
Precedentemente alla comparsa dello stimolo possono verificarsi quattro possibili condizioni di *cue*:

- condizione no *cue*, nella quale la comparsa dello stimolo non è preceduta dalla comparsa di un segnale allertante (vedi riquadro "a" della figura n°4);
- condizione *cue* centrale, nella quale la comparsa dello stimolo è preceduta dalla comparsa di un segnale allertante al centro del monitor (vedi riquadro "a" della figura n°4);
- condizione doppio *cue*, nella quale la comparsa dello stimolo è preceduta dalla comparsa di due *cue*, uno sopra e uno sotto il punto di fissazione. (vedi riquadro "a" della figura n°4);



- condizione *cue* orientante, nella quale la comparsa dello stimolo è preceduta dalla comparsa di un segnale allertante che indica la reale posizione nella quale effettivamente comparirà lo stimolo (vedi riquadro (a) della figura n°15).

Figura n°4.



Attention Network Test (Fan et al., 2002). “a” Quattro condizioni di *cue* – “b” 3 stimoli possibili – “c” Un esempio di procedura sperimentale.

Il test prevede che il soggetto risponda in maniera più veloce e accurata possibile indicando la direzione del target mediante l’ausilio del mouse (tasto destro e tasto sinistro), il software in maniera computerizzata consente la registrazione dei tempi di reazione (RT) e dell’accuratezza (ACC) delle risposte fornite dai partecipanti.

Questi dati permettono successivamente, attraverso le formule indicate dagli stessi ideatori del test, di calcolare l'efficienza dei tre network attentivi (Wang et al. 2004):

- Alerting: RT (no *cue*) – RT (double *cue*);
- Orienting: RT (*cue* centrale) – RT (*cue* orientante);
- Executive Control: RT (flanker incongruente) – RT (flanker congruente).

L'efficienza dei tre network relativa all'accuratezza viene calcolata con le stesse formule sostituendo però i valori dei tempi di reazione con quelli delle percentuali di accuratezza.

Nel test, sono previsti quattro blocchi: il primo è un blocco di apprendimento composto da 24 prove nelle quali il soggetto, di volta in volta, riceve un feedback riguardo al proprio tempo di reazione e alla propria accuratezza.

I successivi tre blocchi sono sperimentali e sono composti da 96 prove ciascuno, prove nelle quali il soggetto non riceve alcun feedback.

Tra un blocco e l'altro il soggetto ha la possibilità di riposarsi; il test prevede infatti che sia il soggetto stesso a far partire il blocco successivo.

### **3.4 Attention Network Test - Revised (ANT – R)**

Negli anni sono state raccolte diverse prove a sostegno dell'indipendenza dei tre network attentivi, prove che sembrano mostrare che ogni funzione sia svolta da reti anatomicamente distinte (Fan et al., 2002) e innervate da diversi sistemi neuro modulatori (Fan et al., 2005). Anche se gran parte delle ricerche, svolte sia in situazioni fisiologiche che patologiche, sono state dedicate alla comprensione della separazione funzionale di queste reti, Fan e colleghi (2009), convinti che l'eventuale interazione e integrazione tra queste fosse ancora poco chiara, hanno elaborato una nuova versione ANT, chiamata ANT – Revised (ANT – R).

Questa versione del test è stata progettata al fine di esaminare l'interazione tra le reti e, rispetto alla precedente del 2002 (Fan et al., 2002), utilizza tre, invece di quattro, condizioni di *cue*: no *cue*, 12 *trial*; doppio *cue*, 12 *trial*; *cue* spaziale 48 *trial*. Riduce inoltre le condizioni di target a due: congruenti e incongruenti (eliminando le neutre). Un ulteriore elemento distintivo, ancora più importante, è rappresentato dalla manipolazione della validità del *cue*, ovvero dall'inserimento di

prove con *cue* invalidi. Dei 48 *cue* spaziali, 36 sono validi (75%) e 12 sono invalidi (25%).

Rispetto alla precedente versione è stata manipolata, oltre che la congruenza dei *flanker*, anche la congruenza della posizione (*location*), manipolazione dalla quale risultano quattro combinazioni:

1. *flanker* Congruente – *location* Congruente
2. *flanker* Incongruente – *location* Congruente
3. *flanker* Congruente – *location* Incongruente
4. *flanker* Incongruente – *location* Incongruente

La procedura di somministrazione del test è uguale a quella della versione del 2002 e prevede l'utilizzo di un computer. Il soggetto sta seduto davanti al monitor, ad una distanza standard di circa 50 cm e tiene lo sguardo fisso su un punto di fissazione, rappresentato solitamente una croce posta al centro del monitor. Ai lati del punto di fissazione sono presenti due riquadri all'interno dei quali compare lo stimolo.

Questo test, a differenza della versione del 2002, prevede due tipi di stimoli possibili che, anziché comparire al di sotto o al di sopra del punto di fissazione, possono comparire a destra o a sinistra (dentro i quadrati). Tali stimoli sono composti da cinque frecce orizzontali allineate che possono essere orientate a destra o sinistra. Il target a cui il soggetto deve prestare attenzione, è rappresentato, anche in questo caso, dalla freccia centrale e le due frecce alla destra e alla sinistra del target hanno la funzione di distrattori. I due stimoli possibili sono:

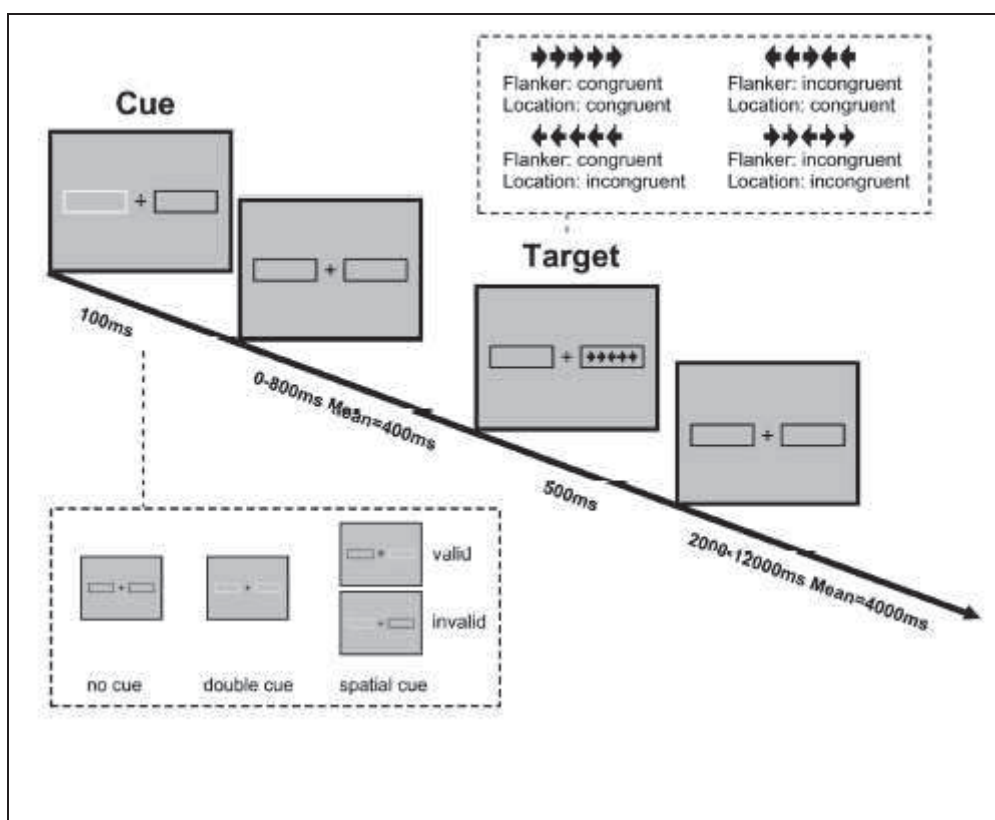
- congruente, in cui il target e i distrattori sono orientati nella medesima direzione, indifferente se destra o sinistra;
- incongruente, in cui il target è orientato nella direzione opposta ai distrattori, indifferente se destra o sinistra.

Precedentemente alla comparsa dello stimolo possono verificarsi tre possibili condizioni di *cue*:

- condizione no *cue*, nella quale la comparsa dello stimolo non è preceduta dalla comparsa di un segnale allertante (vedi figura n°5) ;

- condizione doppio *cue*, nella quale la comparsa dello stimolo è preceduta dall'illuminazione di entrambi i riquadri nei quali compare lo stimolo. (vedi figura n°5);
- condizione *cue* spaziale, nella quale la comparsa dello stimolo è preceduta dall'illuminazione di uno dei due riquadri, informazione che può essere informativa riguardo all'effettiva collocazione spaziale dello stimolo (valido), oppure no (invalido). Vedi figura n°5.

Figura n°5



Attention Network Test – Revised. (Fan et al.,2009). In ogni trial in relazione alla condizione di *cue* (no *cue*, doppio, e valido o invalido), un *cue* rappresentato dal lampeggiamento del riquadro (100 ms) in cui comparirà il target. Dopo un tempo variabile (SOA = 0, 400, o 800 ms), il target (freccia centrale) e due *flanker*, ovvero le frecce a sinistra e a destra del target (congruenti o incongruenti) compare per 500 ms. I partecipanti rispondono indicando la direzione del target

Anche questa versione del test prevede che il soggetto risponda in maniera più veloce e accurata possibile indicando la direzione del target mediante l'ausilio del mouse (tasto destro e tasto sinistro), il software in maniera computerizzata

consente la registrazione dei tempi di reazione (RT) e dell'accuratezza (ACC) delle risposte dei soggetti.

Questi dati permettono di calcolare l'efficienza dei tre network attentivi (Fan *et al.*, 2009) attraverso le formule proposte dagli stessi ideatori del test:

1. Alerting =  $RT \text{ no cue} - RT \text{ double cue}$ ;

2. Orienting è stato separato in:

- Effetto Validità =  $Disingaggio + (Spostamento + Ingaggio) = RT \text{ cue invalido} - RT \text{ cue valido}$ ;
- $Spostamento + Ingaggio = RT \text{ doppio cue} - RT \text{ cue valido}$  (per i benefici prodotti dal *cue* valido.  $Spostamento + Ingaggio$  è equivalente all'Orienting definito precedentemente (Fan *et al.*, 2002);
- $Disingaggio = RT \text{ cue invalido} - RT \text{ doppio cue}$  (per i costi di disingaggio prodotti dal *cue* invalido).
- $\text{Tempo di orientamento} = RT \text{ cue valido (SOA=0ms)} - RT \text{ cue invalido (SOA=800ms)}$

3. Executive Control è stato separato in:

- $\text{Effetto Flanker conflict} = RT \text{ flanker incongruenti} - RT \text{ flanker congruenti}$
- $\text{Effetto Location conflict} = RT \text{ location incongruente} - RT \text{ location congruente}$
- $\text{Interazione tra Flanker e Location} = (RT \text{ flanker incongruente, location incongruente} - RT \text{ flanker congruente, location incongruente}) - (RT \text{ flanker incongruente, location congruente} - RT \text{ flanker congruente, location congruente})$ . Un valore positivo indica che l'effetto *Flanker conflict* nella condizione di *location* congruente è minore che nella condizione di *location* incongruente. Viceversa un valore negativo indica che l'effetto *Flanker conflict* sotto la condizione di *location* incongruente è minore che nella condizione di *location* congruente.

4. Le interazioni tra:

- $\text{Alerting e Flanker conflict} = (RT \text{ no cue, flanker incongruente} - RT \text{ no cue, flanker congruente}) - (RT \text{ doppio cue, flanker incongruente} - RT \text{ doppio cue, flanker congruente})$ . Un valore negativo indica un impatto negativo dell'Alerting sul processo di *Flanker conflict*.
- $\text{Orienting e Flanker conflict} = (RT \text{ doppio cue, flanker incongruente} - RT \text{ doppio cue, flanker congruente}) - (RT \text{ doppio valido, flanker congruente} - RT \text{ cue valido, flanker incongruente})$ . Un valore positivo indica una migliore efficienza nel processo di *Flanker conflict* prodotta dall'orientamento.
- $\text{Effetto Validità e Flanker conflict} = (RT \text{ cue invalido, flanker incongruente} - RT \text{ cue invalido, flanker congruente}) - (RT \text{ cue valido, flanker incongruente} - RT \text{ cue valido, flanker congruente})$ . Un valore positivo indica una minore efficienza nel processo di *Flanker conflict* prodotta dall'orientamento invalido.

- Alerting e *Location* conflict = (RT no *cue*, *location* incongruente – RT no *cue*, *location* congruente) – (RT doppio *cue*, *location* incongruente – RT doppio *cue*, *location* congruente). Un valore negativo indica un impatto negativo dell'Alerting sul processo di *Location* conflict.
- Orienting e *Location* conflict = (RT doppio *cue*, *location* incongruente – RT doppio *cue*, *location* congruente) – (RT doppio valido, *location* congruente – RT *cue* valido, *location* incongruente). Un valore positivo indica una migliore efficienza nel processo di *Location* conflict prodotta dall'orientamento.
- Effetto Validità e *Location* conflict = (RT *cue* invalido, *location* incongruente – RT *cue* invalido, *location* congruente) – (RT *cue* valido, *location* incongruente – RT *cue* valido, *location* congruente). Un valore positivo indica una minore efficienza nel processo di *Location* conflict prodotta dall'orientamento invalido.

Anche in questo caso è possibile calcolare l'efficienza dei tre network relativa all'accuratezza utilizzando le stesse formule sostituendo però i valori dei tempi di reazione con quelli delle percentuali di accuratezza.

## **4. EFFETTI DELLA DEPRIVAZIONE PARZIALE DI SONNO E DEL CONSUMO DI ALCOLICI SULL'ATTENZIONE**

Come affermato nei capitoli precedenti, il presente lavoro di ricerca nasce da una considerazione in merito ad un problema di forte attualità, quello degli incidenti stradali alcol e sonno correlati. Fino ad ora, diversi studi si sono occupati di valutare gli effetti della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione di guida, sia in contesti ecologici che di laboratorio. Alcuni autori considerano altrettanto importante approfondire lo studio degli aspetti sottostanti a questo complesso comportamento e considerare quindi gli effetti di questi due fattori sui processi cognitivi funzionali all'esecuzione di questo comportamento, che ne permettono l'implementazione.

### **4.1 Introduzione**

È stato ormai stabilito da lungo tempo che la privazione di sonno deteriora il funzionamento cognitivo. La prima pubblicazione relativa ad uno studio sperimentale che ha indagato gli effetti di questo fattore sulla prestazione cognitiva negli esseri umani risale al 1896 (Durmer *et al.*, 2005). Da quel momento in poi molti ricercatori si sono occupati di questo affascinante settore di ricerca confermando che, oltre al deterioramento cognitivo, questo fattore contribuisce ad aumentare gli incidenti dovuti ad errori umani (Dinges *et al.*, 1995) (Durmer *et al.*, 2005). Esso induce infatti una vasta gamma di effetti negativi sulle funzioni cognitive tra cui il decremento della prestazione attentiva e delle funzioni esecutive (Goel *et al.*, 2009).

Gli studiosi del sonno, nello studiare la relazione tra privazione di sonno e attenzione, considerato il rilevante numero di teorie e modelli, hanno spesso optato per utilizzare compiti classici sui tempi di reazione semplici e parlare in generale di deficit attentivi, spesso inferiti dall'osservazione di una evidente quanto abbastanza prevedibile riduzione dello stato di allerta (Dinges e Kribbs, 1991) (Dinges *et al.*, 1997) (Van den Berg e Neely, 2006) (Urrila *et al.*, 2007).

Altri ricercatori, se pur consapevoli di doversi confrontare con un livello superiore di complessità, hanno scelto di prendere in considerazione modelli di attenzione maggiormente complessi e considerare le diverse componenti di questa articolata

funzione cognitiva. Alcuni di questi hanno preso come modello di riferimento quello dei tre network attentivi elaborato da Posner (Posner e Raichle, 1994).

Ad esempio, Casagrande e colleghi (2006) si sono concentrati sugli effetti di un periodo prolungato di veglia (24 ore) su due dei tre network del modello: Alerting e Orienting. Tali autori, in conseguenza della deprivazione di sonno, hanno riscontrato un rallentamento complessivo dei tempi di reazione e quindi del livello di vigilanza. Tuttavia, a fronte di questo decremento, non hanno osservato nessuna influenza sul meccanismo di orientamento dell'attenzione. I risultati di questo studio hanno portato questi ricercatori a concludere che la deprivazione di sonno influenza selettivamente le diverse componenti attentive e a corroborare l'ipotesi, tra l'altro ampiamente sostenuta fino a poco tempo fa (Fan *et al.* , 2009), dell'indipendenza tra i network attentivi.

Risultati diversi sono stati trovati da Versace e colleghi (2006) che, in uno studio in riduzione parziale di sonno (3 ore), hanno trovato come, a fronte di un peggioramento generale del livello di vigilanza al Simple Reaction Time Task, al Cued Reaction Time Task corrispondesse un aumento dei tempi di reazione soltanto nelle prove invalide, mentre nessun aumento significativo nelle prove valide. Questo risultato ha portato gli autori a concludere che i diversi meccanismi sottostanti all'orientamento dell'attenzione sono influenzati in maniera diversa da una riduzione del livello di vigilanza. Un risultato molto simile è stato ottenuto anche da Fimm e colleghi (2006) che, in uno studio di deprivazione totale di sonno (28 ore di veglia), hanno trovato un'interazione tra il livello di vigilanza e il meccanismo di orientamento dell'attenzione.

Bocca e Denise (2006) si sono invece concentrati sullo studio di una componente specifica dell'orientamento dell'attenzione, ovvero lo sganciamento (disengagement), valutando gli effetti di una deprivazione totale di sonno attraverso i movimenti saccadici. I risultati di questo studio hanno messo in evidenza un deterioramento selettivo di questa componente attentiva, indipendente dal decremento del livello di vigilanza.

Per quanto riguarda il terzo network del modello di Posner, ovvero quello deputato al controllo esecutivo, sono stati condotti diversi esperimenti mediante l'utilizzo di differenti compiti, come lo Stroop task, il Flanker task , compiti Go-No go, compiti di fluency verbale e molti altri. In merito alla relazione tra la deprivazione di sonno



ed il funzionamento di questo network attentivo i risultati appaiono controversi. Alcuni di questi studi hanno infatti dimostrato che la deprivazione di sonno sembra compromettere le funzioni esecutive (Gosselin et al 2005) (Harrison e Horne 1997, 1998, 2000) (Heuer *et al.*, 2004) (Killgore *et al.*, 2006) (McKenna *et al.*, 2007) mentre altri non hanno riscontrato nessuna compromissione (Binks *et al.*, 1999) (Fallone *et al.*, 2001) (Sagaspe *et al.*, 2003).

Binks e colleghi (1999), in uno studio di deprivazione totale di sonno, non hanno infatti riscontrato alcun effetto di questo fattore né in uno Stroop Task, né al Wisconsin Card Sorting Test e nemmeno in un compito di fluenza verbale.

Analogamente, in un altro studio condotto su un campione di bambini, Fallone e colleghi (2001) non hanno osservato alcuna riduzione della performance in compiti di inibizione a seguito di una riduzione di sonno; così come Sagaspe e colleghi (2003) non hanno osservato nessun effetto conseguente a 36 ore di veglia prolungata in un breve compito di generazione casuale di una lettera.

Alla luce di questi dati contrastanti, recentemente, Martella e colleghi (2011) hanno sottolineato l'utilità di utilizzare un unico compito in grado di fornire contemporaneamente dati riguardo ai tre network attentivi postulati nel modello di Posner e colleghi (1994), ovvero l'Attention Network Test (Fan *et al.*, 2002). Partendo da questo presupposto si sono occupati di valutare gli effetti di una deprivazione parziale di sonno, alle 4:00 del mattino. I risultati emersi da questo studio sembrano essere in disaccordo con quelli di Casagrande (Casagrande *et al.*, 2006) e viceversa in accordo con quelli di Versace (Versace *et al.*, 2006) e Fimm (Fimm *et al.*, 2006). Hanno infatti messo in evidenza un complessivo rallentamento dei tempi di reazione, indicando una marcata diminuzione della vigilanza, ed inoltre una compromissione della componente deputata all'orientamento dell'attenzione e di quella deputata al controllo esecutivo. Questi dati sembrano avvalorare l'ipotesi che la componente di Alerting tonico interagisca sia con l'orientamento dell'attenzione che con le funzioni esecutive e sembra essere in accordo con quanto sostenuto ultimamente da Fan e colleghi (Fan *et al.*, 2009) riguardo all'interazione tra i network attentivi.

Anche Jugovac e Cavallero (2012) hanno utilizzato questo test per studiare gli effetti di una deprivazione totale di sonno (24 ore – Test alle ore 9:00 a.m.) su Alerting, Orienting ed Executive control trovando un rallentamento generale nei

tempi di reazione e una significativa diminuzione dell'accuratezza. Oltre a ciò, in questo studio, gli autori hanno potuto osservare un'influenza selettiva della privazione di sonno sulle tre reti attentive. Infatti, solo la funzionalità dell'Executive control ha subito una sensibile e significativa compromissione. Al contrario, la componente di Alerting fasico e di Orienting non hanno subito variazioni di rilievo.

Anche Muto e colleghi, sempre nel 2012, hanno condotto uno studio nel quale hanno utilizzato l'ANT per valutare gli effetti di una privazione totale di sonno sui tre network attentivi. Differentemente da Jugovac e Cavallero (2012) e da Martella e colleghi (2011) hanno riscontrato, a fronte di un evidente e significativo incremento dei tempi di reazione, nessun effetto su Alerting, Orienting ed Executive control (Muto *et al.*, 2012).

I dati presenti in letteratura, come si può facilmente osservare, sono tutt'altro che chiari e spesso evidentemente contrastanti. Dagli studi considerati si può infatti facilmente evincere come i diversi ricercatori, nei diversi studi citati, siano giunti a conclusioni differenti. Trarre delle conclusioni univoche risulta essere decisamente complicato in quanto il tutto è reso ancor più confuso dal fatto che, anche gli studi svolti in condizioni "normali", ovvero in assenza di privazione di sonno, o di altri fattori che alterano il funzionamento cognitivo, appaiono poco chiari e spesso sono anch'essi risultati contrastanti. Allo stato attuale delle cose, non si è giunti a conclusioni universalmente accettate. Una possibile spiegazione di tali ambiguità potrebbe essere insita nelle sensibili differenze nei paradigmi sperimentali adottati nei diversi studi, relativamente ai test utilizzati e agli orari delle sessioni sperimentali di raccolta dati, nonché alle diverse quantità di ore di privazione o riduzione di sonno.

Tuttavia, in generale è possibile affermare che, solitamente, la privazione di sonno influenza negativamente la componente di Alerting tonico, ovvero il livello generale di vigilanza o stato di allerta. In alcuni casi anche l'Alerting fasico, ovvero lo stato di allerta indotto da un segnale allertante, risente negativamente degli effetti di questo fattore. Riguardo all'influenza di questo fattore sul network deputato all'orientamento dell'attenzione i risultati appaiono ancor più controversi infatti, generalmente, la privazione di sonno non induce cambiamenti significativi nel funzionamento di questo aspetto dell'attenzione. A differenza, il

network deputato al controllo esecutivo, l'Executive control, risulta essere maggiormente sensibile agli effetti della deprivazione di sonno.

Anche per quanto concerne il fattore alcol sono stati condotti numerosi studi ed il corpus teorico di ricerca è molto vasto. Esistono innumerevoli teorie su come gli esseri umani sono influenzati da questo fattore ed è stato ampiamente dimostrato che esso comporta un deterioramento del funzionamento cognitivo, anche se alcuni fattori ambientali (Fillmore *et al.*, 1997) e l'aspettativa di questo deterioramento (Fillmore *et al.*, 1998) sembrano giocare un ruolo cruciale.

Come corroborato da numerose ricerche, è possibile affermare senza alcun dubbio che in generale l'alcol influisce negativamente sulle funzioni cognitive ed in particolare sulla prestazione attentiva (Koelega, 1995) (Dougherty *et al.*, 2000). Nonostante le ricerche che hanno spaziato in questo settore siano, come già affermato, molto numerose, la maggior parte di esse si è focalizzata su un solo specifico aspetto di questa funzione cognitiva, ovvero l'attenzione divisa. Diversi studi hanno infatti ampiamente dimostrato che l'attenzione divisa risulta essere particolarmente sensibile all'influenza dell'alcol (Moskowitz and Robinson, 1988) (Roehrs *et al.*, 1994).

A differenza, altri aspetti di questa funzione cognitiva sono stati meno studiati o in alcuni casi completamente trascurati. Inoltre, allo stato attuale dell'arte, in quest'ambito di ricerca, non risultano essere stati condotti studi che hanno utilizzato l'ANT, o versioni modificate dello stesso.

Le diverse ricerche che hanno esaminato gli effetti di questo fattore attraverso altri test, tra cui il Continuous Performance Test (CPT), hanno portato spesso a risultati inconsistenti, ovvero hanno trovato uno effetto irrisorio dell'alcol sulla prestazione attentiva anche quando le concentrazioni alcolemiche erano eccedenti 0,8 g/L. Dougherty e colleghi (2000) hanno imputato questi risultati anomali ai diversi livelli di difficoltà e sensibilità dei compiti utilizzati. Partendo da questo presupposto, tali autori, hanno scelto di svolgere una ricerca utilizzando una versione del CPT ad alta difficoltà (Immediate and Delayed Memory Task – IMT/DMT) trovando, a differenza degli studi precedenti, una diminuzione della percentuale di identificazione degli stimoli e un'aumentata percentuale di errori.

È risaputo che, oltre alla difficoltà e sensibilità del test utilizzato per misurare l'attenzione, i risultati ottenuti dipendono anche dalla componente attentiva che si sceglie di misurare (Koelega, 1995).

La maggior parte delle ricerche che si sono occupate di studiare gli effetti dell'alcol sulla componente di Alerting si sono focalizzati sulla sola componente di Alerting tonico, limitandosi alla misurazione dei tempi di reazione semplici o di scelta. In relazione a questa componente attentiva, Antebi e colleghi (1982) hanno condotto uno studio per valutare gli effetti dell'alcol (140 milligrammi di Vodka 65,5 gradi) sui tempi di reazione in un compito di scelta seriale. Tale studio ha messo in evidenza che l'alcol ha prodotto un rallentamento dei tempi di reazione ed inoltre un aumento del numero di *lapses*, intesi come tempi di reazione superiori ad 1 secondo (Antebi *et.al.*, 1982). Azcona (1995) ha trovato risultati simili, ovvero un aumento dei tempi di reazione semplici conseguente all'assunzione di una quantità di alcol tale da produrre un tasso alcolemico medio pari a quello consentito dalla legge per poter guidare (0,5 g/L). Altri autori hanno trovato che questo fattore produce un significativo incremento dei tempi di reazione sia uditivi (Gustafson, 1986a) che visivi (Gustafson, 1986b).

La componente attentiva deputata all'orientamento dell'attenzione è stata meno studiata rispetto a quella responsabile del raggiungimento e mantenimento dello stato di allerta. In relazione a questa componente attentiva, alcuni ricercatori (King e Byars, 2004) hanno comparato le prestazioni di due gruppi, uno al quale era stata somministrata un'alta dose di alcol (0,8 g/kg) e uno al quale era stata somministrata una bassa dose (0,4 g/kg). Tale studio ha messo in evidenza un rallentamento psicomotorio ed una minore capacità di elaborazione nel gruppo al quale era stata somministrata l'alta dose di alcol ed inoltre un rallentamento dei movimenti oculari saccadici. Gli autori di questo studio hanno interpretato i risultati ipotizzando che l'alcol comprometta i movimenti saccadici e che questo si possa ripercuotere sulla capacità dei soggetti di disimpegnare l'attenzione dal punto di fissazione e mettere a fuoco l'obiettivo (King e Byars, 2004).

Fino alla fine degli anni novanta del secolo scorso, come hanno sottolineato Woldorff e colleghi (1999), non erano stati svolti studi per indagare gli effetti dell'alcol in relazione alla componente di orientamento implicito dell'attenzione (*covert orienting*). Schutle e colleghi (2001), partendo da questo presupposto, si

sono focalizzati su questo aspetto e hanno svolto uno studio con l'obiettivo di valutare gli effetti acuti di un moderato consumo di alcolici sulla prestazione attentiva, utilizzando, oltre ad un compito di attenzione divisa, un compito di orientamento implicito dell'attenzione. Da questo studio, oltre al prevedibile e scontato effetto dell'alcol sull'attenzione divisa, è emerso un effetto significativo di questo fattore anche relativamente all'orientamento implicito. Tuttavia i risultati emersi non appaiono troppo coerenti e sembrano essere di difficile interpretazione. Gli stessi ricercatori hanno provato a spiegarli facendo riferimento al concetto di lateralizzazione, ipotizzando un diverso effetto dell'alcol sui due emisferi cerebrali, maggiore nell'emisfero destro piuttosto che nel sinistro.

Riguardo al terzo network teorizzato da Posner, l'Executive control, diversi studi hanno indicato che l'alcol compromette le prestazioni in una vasta gamma di attività che richiedono l'esecuzione e la soppressione di una risposta comportamentale (Vogel-Sprott *et al.*, 2001).

Wiessenborn e Duka (2003) hanno studiato gli effetti dell'alcol in un test di pianificazione, di memoria di lavoro e in un compito di ricognizione spaziale trovando che esso diminuisce l'abilità di ricognizione spaziale e concludendo che alte dosi di questa sostanza compromettono le funzioni esecutive.

Ridderinkhof e colleghi (2002) hanno raccolto ulteriori prove a supporto della tesi che l'alcol alteri il controllo esecutivo, trovando che dosi moderate di questa sostanza provocano un'interferenza con l'abilità delle persone di riconoscere gli errori commessi durante lo svolgimento di un compito e aggiustare l'azione in funzione di questi errori.

Un altro studio ha messo in evidenza che l'alcol pregiudica l'abilità di *decision making* e altera l'abilità di modificare una risposta in funzione di un cambio di prospettiva (George, *et al.*, 2005).

Marczinski e Fillmore (2003b) hanno esaminato gli effetti dell'alcol sulla capacità di esecuzione e inibizione di un comportamento attraverso un compito Go-No/go. Hanno testato un campione di "bevitori sociali" somministrando, in un ordine controbilanciato e in giorni separati, tre dosi di alcol (placebo – 0,45 g/kg – 0,65 g/kg). Gli autori di questo studio non hanno trovato alcun effetto dell'alcol nelle condizioni di cue valido. A differenza hanno riscontrato un effetto di questo fattore nelle condizioni di cue invalido, dipendente dalla dose di alcol somministrata.

Come si può evincere da quanto trattato nei capitoli precedenti, numerose ricerche si sono occupate dello studio dei singoli effetti e degli effetti combinati della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione di guida, sia in contesti ecologici che di laboratorio. Dalle ricerche citate nel presente capitolo fino a questo punto, è invece possibile notare che diversi studi si sono focalizzati anche sugli effetti singoli di questi fattori sulle funzioni cognitive sottostanti all'esecuzione di questo comportamento. Nella revisione della letteratura svolta da Moskowitz e Fiorentino (2000) sono stati riportati numerosi esempi di studi che hanno indagato gli effetti di basse concentrazioni alcolemiche sulle abilità importanti per l'esecuzione del comportamento di guida, tra le quali l'attenzione. Nel paragrafo dedicato agli sviluppi delle ricerche future, questi autori sottolineano l'importanza di considerare gli effetti di questo fattore anche in associazione alla privazione di sonno. Nonostante questi autori abbiano indicato questa direzione quasi quindici anni fa, al momento, sono pochi i lavori che si sono concentrati sugli effetti combinati di questi due fattori sulle abilità sottostanti al comportamento di guida.

Come riportato da Mallia e collaboratori (2007), Lucidi e colleghi (2002) hanno valutato la prestazione in un compito di vigilanza uditiva, in un campione di giovani guidatori, durante una sessione diurna (9:00 – 11:00 a.m.) e una notturna (2:30 – 5:00 a.m.) trovando un decremento della prestazione in quest'ultima sessione. Un aspetto interessante di tale ricerca è che i risultati peggiori sono stati riscontrati nei soggetti che avevano assunto sostanze alcoliche.

Considerato che poche ricerche si sono occupate di valutare l'effetto combinato della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione cognitiva, potrebbe essere interessante approfondire lo studio degli effetti di questi fattori, singoli e combinati, sulla prestazione attentiva. Per tale ragione si è scelto di condurre un esperimento per valutare gli effetti di questi due fattori sui tre network attentivi postulati nel modello di Posner (Posner *et al.*, 1994).

Già Jugovac, Muroli e Cavallero (2009), attraverso un paradigma sperimentale simile a quelli utilizzati negli studi svolti sulla prestazione al simulatore di guida (Horne *et al.*, 2003) (Howard *et al.*, 2007) (Vakulin *et al.*, 2007), hanno condotto una ricerca nella quale sono stati valutati gli effetti di una riduzione parziale di sonno (test alle 4:00 a.m.) e di una riduzione parziale di sonno associata al consumo di alcolici sul funzionamento dei tre network attentivi. Tali autori,

considerando le differenze di genere trovate da Barret e colleghi (2004), hanno deciso di bilanciare il campione per genere, includendo lo stesso numero di soggetti di sesso maschile e femminile. Così come Banks e colleghi (2004) hanno scelto di restringere il campo di studio ad una specifica situazione, ovvero quella nella quale si trovano i giovani all'uscita dei locali notturni. Hanno quindi individuato due categorie di soggetti: soggetti che hanno trascorso la notte insonne e non hanno consumato sostanze alcoliche e soggetti che hanno trascorso la notte insonne ed hanno consumato sostanze alcoliche. Partendo da questo presupposto hanno progettato uno studio con un disegno sperimentale con due condizioni: riduzione di sonno e riduzione di sonno associata al consumo di alcolici. Hanno inoltre incluso una condizione di controllo, ovvero testato i soggetti alle 10:00 del mattino con lo scopo di conoscere il loro livello di prestazione basale. Da questo studio sono emersi risultati interessanti. È stato infatti riscontrato un effetto negativo sia della riduzione di sonno che della riduzione di sonno associata al consumo di alcolici sui tempi di reazione generali. Quindi un peggioramento dello stato di allerta. A differenza, in disaccordo con quanto trovato da Martella e colleghi (2011), Jugovac e colleghi (2009) non hanno riscontrato alcun effetto della riduzione di sonno sull'Alerting, l'Orienting e l'Executive control. Tuttavia, quando la riduzione di sonno è stata associata al consumo di alcolici ha interessato la componente responsabile del controllo esecutivo. L'aspetto interessante dello studio di Jugovac Muroi e Cavallero (2009) è che, la riduzione di sonno associata ad un tasso alcolemico superiore a 0,5 g/L ha prodotto un ulteriore peggioramento sui tempi di reazione, sull'accuratezza, sul controllo esecutivo ed inoltre sul numero dei *lapses*. Un altro aspetto interessante di questo studio è che, a fronte di questi oggettivi effetti negativi, i test soggettivi somministrati non hanno evidenziato la consapevolezza di tali peggioramenti.

La ricerca di Jugovac, Muroi e Cavallero (2009) ha prodotto risultati che sono senza dubbio molto interessanti. Tuttavia, rappresenta una ricerca pilota in questo settore e pertanto necessita ulteriori dati che consentano di verificare i risultati ottenuti fino a questo punto. Inoltre, un aspetto che merita essere approfondito riguarda gli effetti del solo fattore alcol sul funzionamento di Alerting, Orienting ed Executive control.

A tale scopo è stato pianificato il presente esperimento che si pone l'obiettivo di valutare, oltre agli effetti della deprivazione parziale di sonno e della deprivazione



parziale di sonno associata ad un tasso alcolemico superiore a 0,5 g/L, anche gli effetti del solo fattore alcol su queste componenti attentive.

Partendo dal background teorico presentato si ipotizza che i singoli fattori, alcol e deprivazione, inducano un sensibile aumento dei tempi di reazione, un calo dell'accuratezza ed inoltre un effetto negativo sul funzionamento dei tre network attentivi. Si ipotizza inoltre che la deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici produca un effetto qualitativamente uguale, ma quantitativamente superiore. Si ipotizza ancora che l'alcol, sia singolarmente che associato alla deprivazione di sonno, alteri la percezione soggettiva del livello di vigore, di umore e di sonnolenza; inducendo i soggetti a percepire un maggiore livello di vigore, un maggiore livello di umore e una minore sonnolenza.

Nel presente lavoro si è scelto di dare un taglio ecologico e valutare la prestazione cognitiva di soggetti che si trovano nelle particolari condizioni di aver consumato bevande alcoliche; di aver trascorso una nottata parzialmente insonne; di aver trascorso una nottata parzialmente insonne e aver contemporaneamente consumato bevande alcoliche.

Il presente esperimento non si pone quindi l'obiettivo di valutare gli effetti farmacodinamici dell'alcol o dell'alcol associato alla deprivazione, ma quello di testare la prestazione cognitiva in particolari situazioni. Nello specifico l'effetto della deprivazione di sonno e della deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici alle 5:00 del mattino, considerato come orario di chiusura delle discoteche invernali, e l'effetto dell'assunzione di alcolici alle 12:30, considerato come orario di aperitivo precedente al pranzo. Di conseguenza, quando sarà usata l'espressione "effetto dell'alcol" non ci si riferisce necessariamente all'effetto farmacologico.

## **4.2 Metodo**

Il protocollo sperimentale del presente esperimento è stato approvato dal Comitato Etico dell'Università degli Studi di Trieste.

### **4.2.1 Soggetti**

Allo scopo di testare queste ipotesi sono stati reclutati attraverso un annuncio 19 soggetti, 10 femmine e 9 maschi, età compresa tra i 20 e i 33 anni.



I soggetti hanno dichiarato di non soffrire di disturbi del sonno e tutti avevano acuità visiva nella norma o corretta alla norma. Tutti hanno partecipato all'esperimento volontariamente e per la partecipazione è stata data una ricompensa di 2 crediti formativi universitari (CFU).

Tutti i soggetti sono stati sottoposti al test Morningness – Eveningness Questionnaire (MEQ) (Horne e Ostberg, 1976) al fine di poter conoscere la loro tipologia circadiana e scartare soggetti con tipologie estreme. Tale strumento è rappresentato da un questionario che indaga le abitudini comportamentali e, sulla base di esse, permette di classificare i soggetti all'interno di cinque tipologie circadiane: estremamente serotini, moderatamente serotini, normali, moderatamente mattutini, estremamente mattutini (questionario riportato in appendice). Dallo *scoring* dei punteggi rilevati attraverso questo test nessun soggetto è risultato appartenere a tipologie circadiane estreme.

#### **4.2.2 Materiali**

Nel presente esperimento sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

1. *Attention Network Test*;
2. *Stanford Sleepiness Scale*;
3. *Global Vigor – Affect Scale*.

Il primo strumento, l'Attention Network Test di Fan e colleghi (2002), di cui il funzionamento è stato già spiegato nel capitolo relativo all'Attenzione, è stato utilizzato con lo scopo di raccogliere dati oggettivi riguardo ai diversi aspetti che sono sottesi al concetto di attenzione, inclusi i *lapses*, ovvero i tempi di reazione superiori ai 750 millisecondi. Usualmente in letteratura vengono considerati *lapses* i tempi di reazione superiori ai 500 millisecondi (Howard *et al.*, 2014) tuttavia, nel presente studio, tenendo conto del fatto che non sono stati misurati i tempi di reazione semplici, bensì di scelta (è previsto il processo decisionale relativo alla direzione del target), si è deciso di considerare *lapses* i tempi di reazione superiori a 750 millisecondi.

Il secondo strumento, la Stanford Sleepiness Scale (SSS) è un test composto da una scala ordinale costituita da sette affermazioni che descrivono il vissuto soggettivo di sonnolenza (vedi appendice): la prima si riferisce ad uno stato

psicologico di massima allerta, l'ultima ad una situazione molto vicina al sonno. La procedura prevede che i soggetti leggano le affermazioni riportate e scelgano quella che rappresenta meglio il loro stato in quel determinato momento (Hoddes *et al.*, 1973).

Il terzo strumento, la Global Vigor – Affect Scale (GVAF), è un test formato da otto domande che misurano ciascuna una dimensione dello stato psicologico in cui soggetto pensa di sentirsi nel momento in cui gli viene somministrato il test (vedi appendice). Le domande fanno riferimento a due specifici fattori che sono l'umore e il vigore (Monk, 1989).

Il secondo e terzo strumento sono stati somministrati con l'obiettivo di raccogliere dati di natura soggettiva riguardo a come si sentivano i soggetti al momento della somministrazione dell'ANT, relativamente alla sonnolenza, al vigore e all'umore.

#### **4.2.3 Disegno sperimentale**

Si è scelto di misurare i diversi aspetti sottesi al concetto di attenzione, nello specifico: Alerting – Orienting – Executive control – Tempi di Reazione – Accuratezza – *Lapses*. Si è inoltre scelto di misurare la percezione soggettiva dei soggetti relativa a: Sonnolenza – Vigore – Umore.

È stato utilizzato un disegno sperimentale semplice *Within subjects* con il fattore condizione su quattro livelli: Baseline – Deprivazione – Alcol – Deprivazione + alcol).

#### **4.2.4 Procedura**

I soggetti presentatisi volontariamente ad un incontro preliminare, sono stati inizialmente informati su tutti gli aspetti inerenti l'esperimento mediante un modulo di consenso informato (vedi appendice). Dopo la conferma relativa alla partecipazione, ottenuta mediante la firma del modulo di consenso, ai soggetti è stato somministrato il MEQ per lo screening preliminare della tipologia circadiana.

Durante l'esperimento, tutti i soggetti sono stati testati individualmente, sono stati bilanciati per condizione invertendo l'ordine di partecipazione in modo da ridurre l'effetto apprendimento, dovuto all'ordine di inclusione nelle condizioni.

Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad una sessione di apprendimento del test circa ventiquattro ore prima della partecipazione alla prima condizione sperimentale. I dati raccolti durante questa sessione non sono stati utilizzati nelle analisi dei dati.

Precedentemente alla somministrazione dell'ANT, in ogni condizione, sono state somministrate la Stanford Sleepiness Scale e la Global Vigor – Affect Scale.

Nella prima condizione (Baseline) i soggetti si sono presentati presso il laboratorio di psicofisiologia del sonno dopo aver trascorso una regolare notte di sonno (6 – 8 ore) nella propria abitazione, condizione controllata mediante un attigrafo (vedi appendice) consegnato ai soggetti il giorno precedente al test. Alle ore 12:30 a.m. sono stati sottoposti ai test.

Nella seconda condizione (Alcol) i soggetti si sono presentati presso il laboratorio di psicofisiologia del sonno dopo aver trascorso una regolare notte di sonno (6 – 8 ore) nella propria abitazione, condizione controllata mediante un attigrafo (vedi appendice) consegnato ai soggetti il giorno precedente al test. In questa condizione è stato previsto che i soggetti, prima di recarsi presso il laboratorio, consumassero liberamente delle bevande alcoliche secondo le loro usuali abitudini. Alle ore 12:30 a.m., dopo aver misurato il loro tasso alcolemico attraverso un etilometro (vedi appendice) sono stati sottoposti ai test.

Nella terza condizione (Deprivazione) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 p.m. (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino alle 5:00 a.m., ora fissata per l'inizio del test. Durante questo tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non dormissero e non consumassero bevande alcoliche o bevande contenenti caffeina o altre metilxantine.

Nella quarta condizione (Deprivazione + alcol) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 p.m. (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino all'ora fissata per l'inizio dei test. Durante il tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non si addormentassero e non consumassero bevande contenenti caffeina o altre metilxantine. Dalle ore 3:45 a.m. 4:30 a.m. hanno consumato bevande alcoliche

secondo le loro abitudini comportamentali e alle ore 5:00 a.m., dopo aver misurato il loro tasso alcolemico attraverso un etilometro (vedi appendice), sono stati sottoposti ai test.

Come già precisato, il disegno sperimentale prevedeva che tutti i soggetti venissero sottoposti a tutte le condizioni, ogni soggetto è stato quindi testato in quattro momenti distinti.

### ***4.3 Analisi dei dati e Risultati***

I tassi alcolemici riportati dai soggetti nella condizione Alcol ( $0,73 \text{ g/l} \pm 0,19$ ) e nella condizione Deprivazione + alcol ( $0,78 \text{ g/l} \pm 0,21$ ) non sono risultati statisticamente differenti.

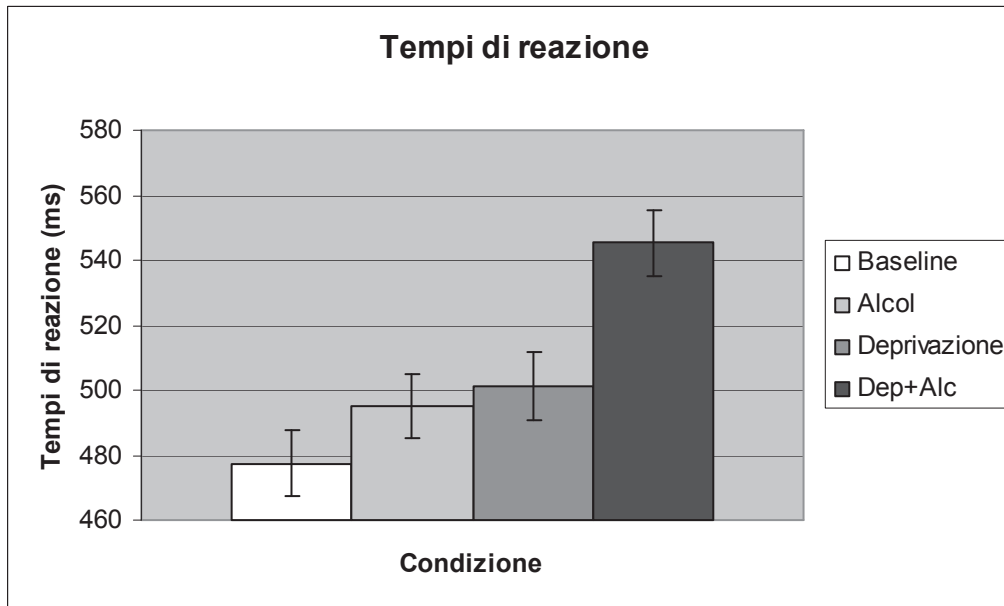
#### ***4.3.1 Tempi di reazione***

I dati relativi ai tempi di reazione generali, riportati nella tabella n°1, sono stati analizzati attraverso una ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su quattro livelli. Come si può osservare nel grafico n°1, dall'analisi delle differenze tra le medie per condizione, effettuata mediante i confronti pianificati, è stata riscontrata una maggiore reattività nella condizione Baseline rispetto a tutte le altre condizioni. È infatti emersa una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Alcol ( $F_{1,18} = 6,9$ ;  $p < .05$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 53,93$ ;  $p < .001$ ) e tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 54,66$ ;  $p < .001$ ). Tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione è stato riscontrato lo stesso livello di reattività; non è stata infatti osservata alcuna differenza statisticamente significativa. I risultati hanno inoltre messo in evidenza una migliore reattività nella condizione Alcol e nella condizione Deprivazione rispetto alla condizione Deprivazione + alcol. È stata infatti osservata una differenza statisticamente significativa tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 38,33$ ;  $p < .001$ ) e tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 20,11$ ;  $p < .001$ ).

Tabella n°1 – Tempi di reazione generali

Condizione	RT (ms)	Err.st.
Baseline	477,27	± 10,19
Alcol	495,05	± 10,12
Deprivazione	501,47	± 10,51
Dep + Alc	545,41	± 10,03

Grafico n°1 – Tempi di reazione generali



I dati riportati nella tabella n°2, relativi all'Al erting tonico, sono stati analizzati mediante una ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su quattro livelli. Come è possibile osservare nel grafico n°2, dai confronti pianificati, è stata riscontrata una maggiore reattività nella condizione Baseline rispetto a tutte le altre condizioni. È infatti emersa una differenza che tende alla significatività ( $F_{1,18} = 35,45$ ;  $p < .079$ ) tra la condizione Baseline e la condizione Alcol, una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 35,46$ ;  $p < .001$ ) e tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 28,18$ ;  $p < .001$ ). Non è emersa alcuna differenza statisticamente significativa tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione. Si è inoltre osservata una maggiore reattività nella condizione Alcol e nella condizione Deprivazione rispetto alla condizione Deprivazione + alcol. È stata infatti riscontrata una differenza statisticamente significativa tra la condizione Alcol

e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 27,95$ ;  $p < .001$ ) e tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 8,32$ ;  $p < .01$ ).

Grafico n°2 – Alerting tonico

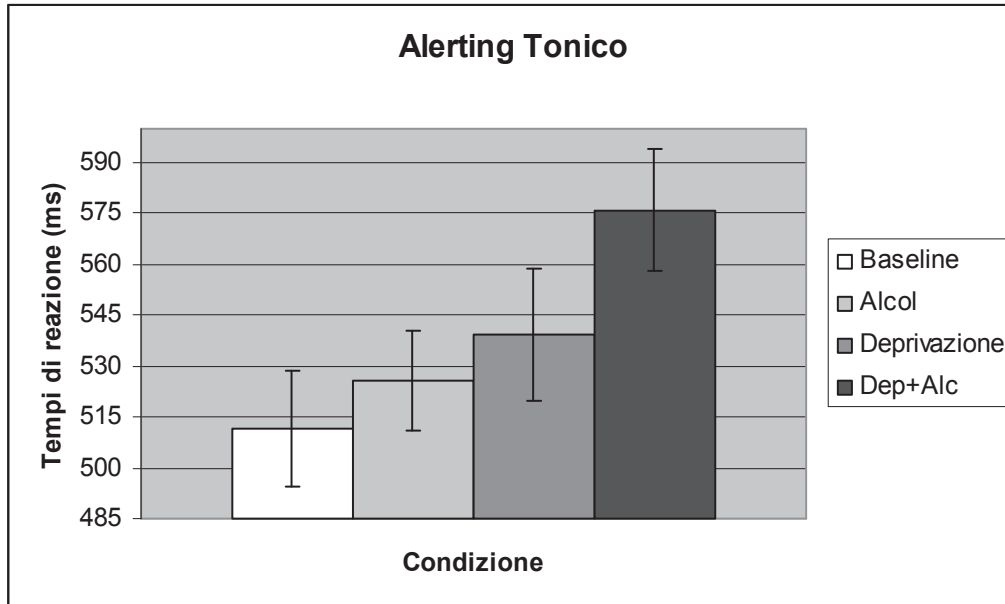


Tabella n°2 – Alerting tonico

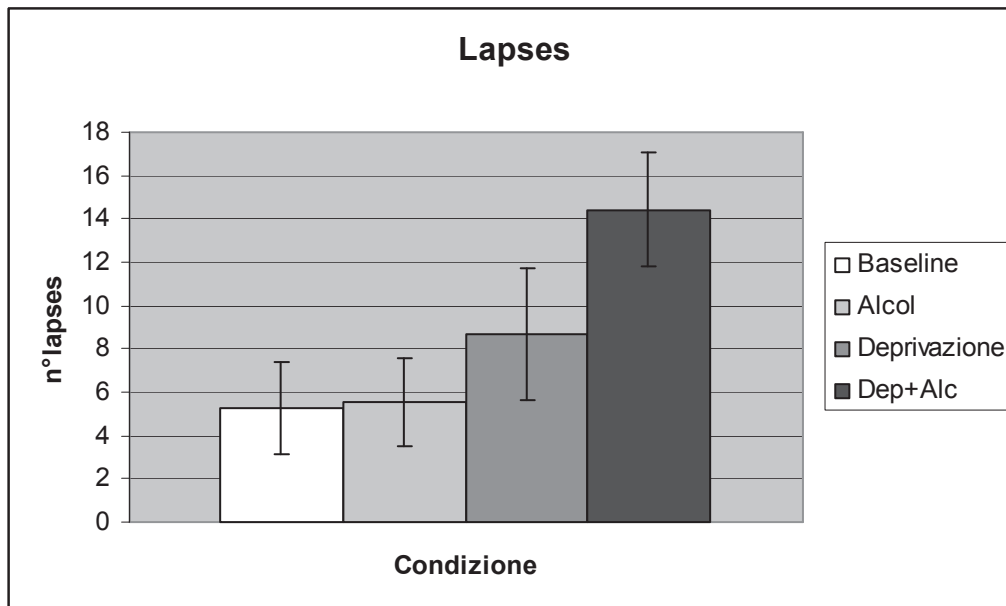
Condizione	RT (ms)	Err.st.
Baseline	511,61	± 16,99
Alcol	525,41	± 14,74
Deprivazione	539,03	± 19,52
Dep + Alc	576,03	± 18,14

Per verificare le differenze tra il numero di *Lapses* riscontrati nelle diverse condizioni, sui dati riportati nella tabella n°3, è stata condotta una ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su quattro livelli. Come si può osservare dal grafico n°3, dai confronti pianificati si è osservata una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 8,54$ ;  $p < .01$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 19,37$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 4,85$ ;  $p < .05$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione più alcol ( $F_{1,18} = 29,23$ ;  $p < .001$ ) ed infine tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 6,1$ ;  $p < .05$ ).

Tabella n°3 – Lapses

Condizione	N°lapses	Err.st.
Baseline	5,26	± 2,11
Alcol	5,53	± 2
Deprivazione	8,68	± 3,06
Dep + Alc	14,42	± 2,64

Grafico n°3 – Lapses



Per verificare l'efficienza della componente di Alerting fasico nelle diverse condizioni è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 4 (condizioni) x 2 (no cue – doppio cue) x 2 (flanker). Da tale analisi non sono state riscontrate interazioni statisticamente significative tra condizioni e cue.

Per verificare il funzionamento della componente attentiva di Orienting è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 4 (condizioni) x 2 (cue centrale – cue orientante) x 2 (flanker). Tale analisi non ha messo in evidenza interazioni statisticamente significative tra condizioni e cue.

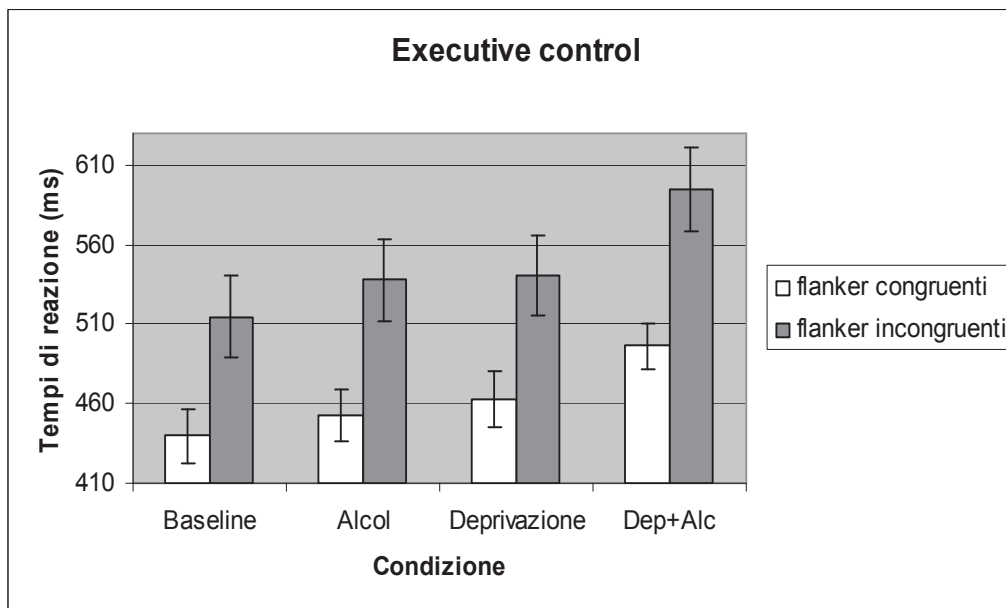
Per testare l'efficienza della componente di Executive control è stata condotta una ANOVA 4 (condizioni) x 4 (cue) x 2 (flanker). Come è possibile osservare dai dati (tabella n°4) rappresentati nel grafico n°4, dai confronti pianificati sono risultate statisticamente significative le interazioni tra Baseline – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 14,07$ ;  $p < .001$ ), tra Alcol – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 4,22$ ;  $p <$

.05) e tra Deprivazione – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 12,81$ ;  $p < .005$ ).

Tabella n°4 – Executive control

Condizione	Flanker	RT (ms)	Err.st.
Baseline	Congruente	439,71	± 16,73
Baseline	Incongruente	514,83	± 25,35
Alcol	Congruente	452,4	± 16,15
Alcol	Incongruente	537,7	± 25,36
Deprivazione	Congruente	462,57	± 17,75
Deprivazione	Incongruente	540,38	± 25,36
Dep + Alc	Congruente	496,19	± 14,28
Dep + Alc	Incongruente	594,62	± 26,42

Grafico n°4 – Executive control (condizione x flanker)



#### 4.3.2 Accuratezza

Sui dati relativi al livello generale di accuratezza, riportati nella tabella n°5, è stata condotta una ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su 4 livelli. Come si può osservare nel grafico n°5, i confronti piani ficati, hanno evidenziato un miglior livello di accuratezza in Baseline rispetto a tutte le altre condizioni. È infatti emersa una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Alcol ( $F_{1,18} = 5,07$ ;  $p < .05$ ), tra la condizione Baseline e la condizione



Deprivazione ( $F_{1,18} = 10,19$ ;  $p < .001$ ) e tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 14,32$ ;  $p < .001$ ).

Grafico n°5 – Accuratezza generale

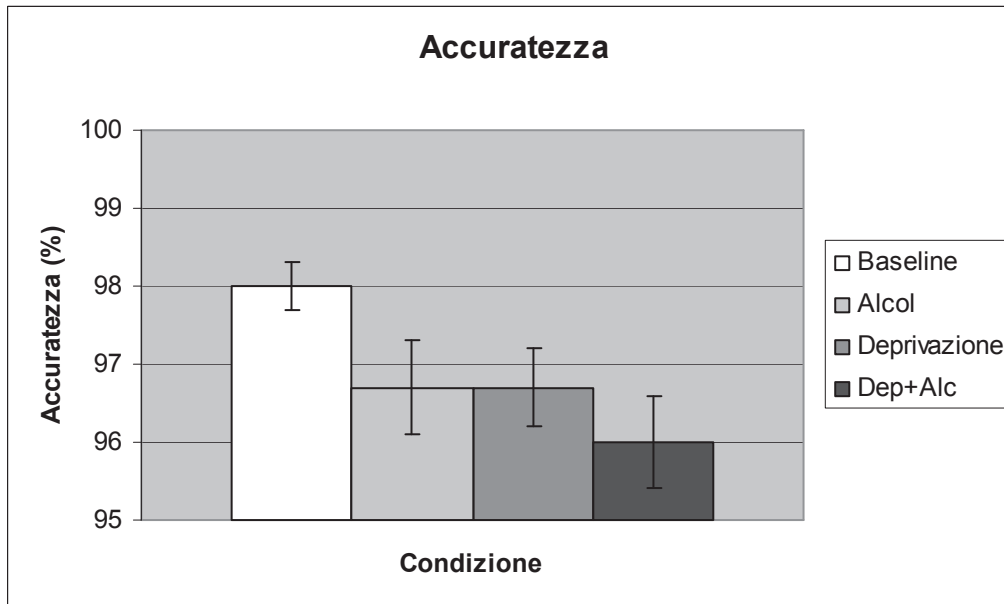


Tabella n°5 – Accuratezza generale

Condizione	Acc. %	Err.st.
Baseline	98	± 0,3
Alcol	96,7	± 0,5
Deprivazione	96,7	± 0,3
Dep + Alc	96	± 0,6

Per quanto concerne le componenti di Alerting fasico e Orienting sono state condotte due ANOVA 4 (condizioni) x 2 (cue) x 2 (flanker). Da tali analisi non sono risultate interazioni statisticamente significative tra condizioni e cue.

Per testare l'efficacia del network deputato al controllo esecutivo è stata svolta una ANOVA 4 (condizioni) x 4 (cue) x 2 (flanker). I confronti pianificati effettuati sui dati riassunti nella tabella n°6 e rappresentati nel grafico n°6, hanno mostrato un'interazione significativa tra Baseline – Alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 7,81$ ;  $p < .05$ ), tra Baseline – Deprivazione e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 7,49$ ;  $p < .05$ ) e tra Baseline – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti ( $F_{1,18} = 12,90$ ;  $p < .01$ ).

Inoltre dall'analisi dei dati, per le prove con flanker congruenti, sono stati riscontrati livelli di accuratezza che non differiscono significativamente tra loro al variare dalla condizione. Diversamente, per le prove con flanker incongruenti, è stato riscontrato un maggior livello di accuratezza nella condizione Baseline rispetto a tutte le altre condizioni. Si è infatti osservata una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Alcol ( $F_{1,18} = 6,55$ ;  $p < .05$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 9,43$ ;  $p < .01$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 13,95$ ;  $p < .001$ ). Dall'analisi non sono invece risultate statisticamente significative le differenze tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione e tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol.

Grafico n° – Executive control (condizione x flanker)

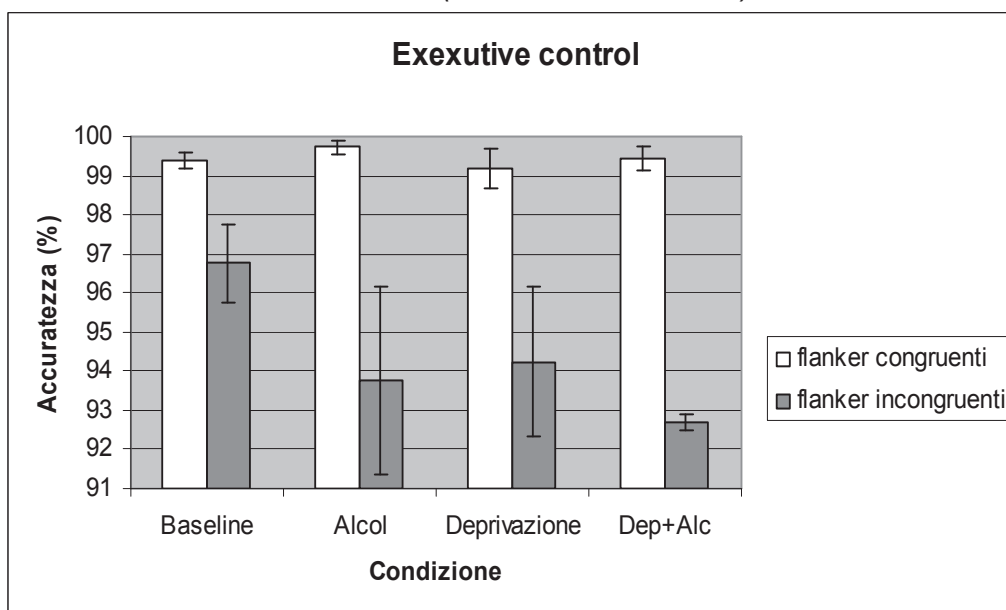


Tabella n° – Executive control

Condizione	Flanker	RT (ms)	Err.st.
Baseline	Congruente	99,4	± 0,2
Baseline	Incongruente	96,76	± 1
Alcol	Congruente	99,72	± 0,2
Alcol	Incongruente	93,75	± 2,4
Deprivazione	Congruente	99,18	± 0,5
Deprivazione	Incongruente	94,24	± 1,9
Dep + Alc	Congruente	99,45	± 0,3
Dep + Alc	Incongruente	92,7	± 0,2

### 4.3.3 Dati soggettivi

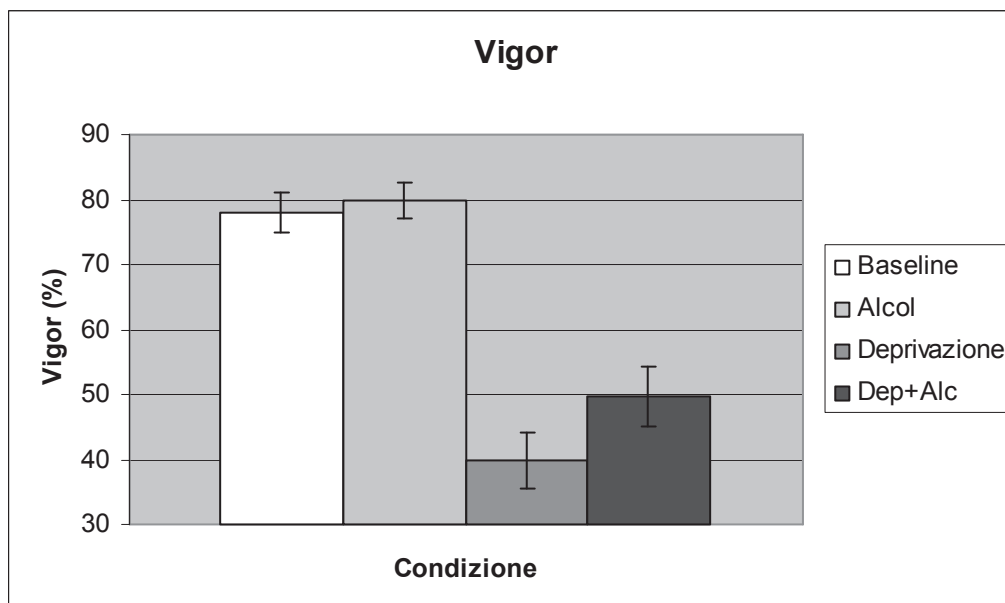
I dati soggettivi raccolti attraverso la Global Vigor – Affect Scale, secondo le indicazioni precisate da Monk (1989), sono stati utilizzati per calcolare le stime del vigore e dell'umore rispettivamente attraverso le formule  $[(300+\text{val.1}-\text{val.4}-\text{val.6}-\text{val.8})/4]$  e  $[200+\text{val.5}+\text{val.7}-\text{val.2}-\text{val.3})/4]$ .

Sui dati relativi al Vigore riportati nella tabella n°7 è stata condotta un'ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su quattro livelli. Dai confronti pianificati è emersa una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 45,05$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 23,14$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 45,60$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 26,53$ ;  $p < .001$ ) e una differenza che tende alla significatività tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 4,19$ ;  $p < .055$ ).

Tabella n°7 – Vigor

Condizione	Vigor %	Err.st.
Baseline	78,04	$\pm 3,15$
Alcol	79,72	$\pm 2,75$
Deprivazione	39,77	$\pm 4,36$
Dep + Alc	49,77	$\pm 4,66$

Grafico n°7 – Vigor

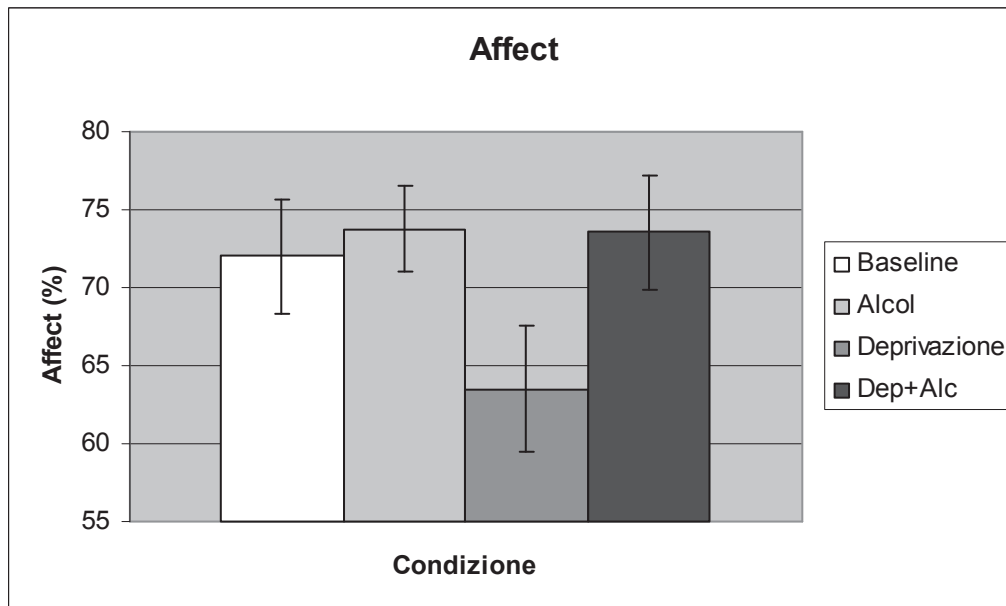


Sui dati relativi all’Affect, riportati nella tabella n°8, è stata condotta una ANOVA a misure ripetute con il fattore condizione su quattro livelli. Come si può osservare dal grafico n°8, dai confronti pianificati è emersa una differenza statisticamente significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 5,82$ ;  $p < .05$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 11,17$ ;  $p < .01$ ). Tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol si è osservata una differenza che tende alla significatività ( $F_{1,18} = 4,41$ ;  $p < .051$ ).

Tabella n°8 – Affect

Condizione	Affect %	Err.st.
Baseline	98,08	± 0,7
Alcol	96,82	± 0,1
Deprivazione	96,76	± 0,1
Depr + Alc	95,99	± 0,1

Grafico n°8 – Affect

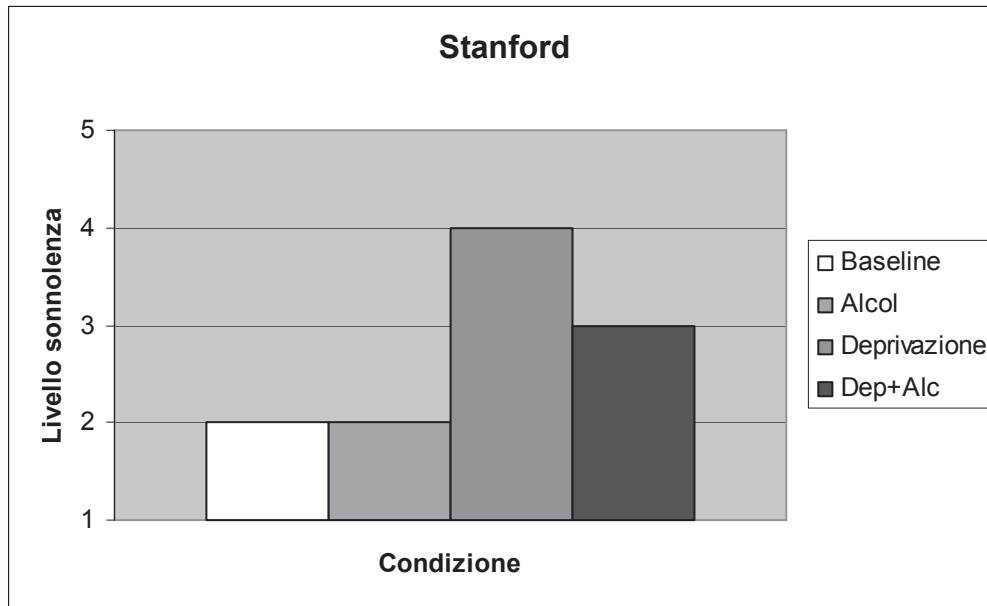


Per quanto concerne i dati soggettivi, raccolti attraverso la somministrazione della Stanford Sleepiness Scale, l’analisi dei dati riassunti nella tabella n°9, svolta attraverso il test di Friedman, come si può osservare nel grafico 9, ha messo in evidenza delle differenze significative tra le condizioni ( $\chi^2 = 43,59$ ;  $p < .001$ ).

Tabella n°9 – Stanford

Condizione	Mediana
Baseline	2
Alcol	2
Deprivazione	4
Dep + Alc	3

Grafico n°9 – Stanford



Successivamente, l'analisi delle differenze tra le condizioni, svolta mediante il test di Wilcoxon, ha evidenziato una differenza significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $W = 3,72$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $W = 3,40$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione ( $W = 3,72$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Alcol e la condizione Deprivazione + alcol ( $W = 3,52$ ;  $p < .001$ ), tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol. Non è invece risultata statisticamente significativa la differenza tra la condizione Baseline e la condizione Alcol.

#### 4.4 Discussione

Il presente esperimento è stato condotto con l'obiettivo di valutare gli effetti dell'alcol, della deprivazione di sonno e della deprivazione di sonno associata al

consumo di alcolici sulle componenti attentive postulate nel modello di Posner (Posner e Raichle, 1994).

È stato ipotizzato che sia il consumo di alcolici che la deprivazione di sonno potessero comportare un aumento significativo dei tempi di reazione, una sensibile diminuzione del livello di accuratezza ed un effetto negativo sul funzionamento dei tre network attentivi. È stato inoltre ipotizzato che la deprivazione di sonno associata ad un tasso alcolemico superiore a 0,5 g/L potesse generare un effetto qualitativamente uguale ma quantitativamente maggiore. Oltre a questo si è anche ipotizzato che l'alcol, sia singolarmente che associato alla deprivazione di sonno, potesse alterare la percezione soggettiva del livello di vigore, di umore e di sonnolenza e che quindi, a fronte degli oggettivi peggioramenti ipotizzati nella prestazione attentiva, non corrispondesse una consapevolezza soggettiva.

In accordo con quanto trovato da altri autori (Jugovac e Cavallero, 2012) (Muto *et al.*, 2012) (Martella *et al.* 2011) (Casagrande *et al.*, 2006), come ipotizzato, è stato osservato un rallentamento dei tempi di reazione generali causato dalla sola deprivazione di sonno. Oltre a ciò, sempre in accordo con le ipotesi e con i risultati di Azcona e colleghi (1995), tale rallentamento è stato osservato anche in coloro che avevano consumato alcolici. Sembrerebbe quindi che restare svegli fino alle 5 del mattino, o avere un tasso alcolemico superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare, alle 12:30, provochi una sensibile compromissione della reattività. Questo risultato, tanto interessante quanto prevedibile, assume maggior enfasi se lo si considera in relazione ai livelli di accuratezza riscontrati. Infatti, in accordo con quanto trovato da Jugovac e Cavallero (2012), oltre all'aumento dei tempi di reazione è stato osservato anche un decremento del livello di accuratezza. Sembrerebbe quindi che i soggetti che si trovano in queste due particolari condizioni riportino, oltre ad un minor livello di vigilanza, anche un decremento del livello di accuratezza. Un ulteriore aspetto singolare sta nel fatto che la deprivazione di sonno e l'alcol hanno causato un effetto qualitativamente e quantitativamente uguale, sia sui tempi di reazione che sul livello di accuratezza. Sembrerebbe quindi, in accordo con i risultati di Williamson e colleghi (2000), che una moderata deprivazione di sonno provochi gli stessi effetti causati da una concentrazione alcolemica di circa 0,8 g/L.

Per quanto concerne la combinazione tra deprivazione di sonno e alcol i risultati appaiono ancora più interessanti. Infatti in accordo con quanto trovato da altri autori (Horne *et al.*, 2003) (Vakulin *et al.*, 2007) sulla prestazione di guida e da Jugovac, Muroli e Cavallero (2009) sulla prestazione attentiva, la deprivazione di sonno, quando associata ad un tasso alcolemico superiore a 0,5 g/L, ha causato tempi di reazione superiori rispetto a quelli causati dalla sola deprivazione.

Sembrerebbe quindi che trascorrere una notte insonne fino alle 5 del mattino comprometta la reattività ma non tanto quanto la compromette trascorrere una notte insonne e allo stesso tempo consumare alcolici fino a superare il livello di alcolemia consentito dalla legge per poter guidare. Un aspetto meno negativo sta nel fatto che almeno il livello di accuratezza, pur subendo un lieve decremento, non peggiora significativamente.

Sempre in relazione ai tempi di reazione generali è emerso un altro aspetto interessante. Considerando l'entità del rallentamento della reattività causato dalla deprivazione di sonno è risultato che essa ha prodotto un numero di *lapses*, ovvero tempi di reazione superiori ai 750 millisecondi, superiore rispetto a quello riscontrato nella condizione Baseline. Ancor più interessante è che la deprivazione di sonno, quando associata al consumo di alcolici, ne ha ulteriormente incrementato il numero. A differenza il solo fattore alcol non ha prodotto un numero di *lapses* diverso da quello riscontrato nella condizione Baseline.

Questo risultato può essere considerato una prova del fatto che la deprivazione di sonno, oltre a provocare un rallentamento medio dei tempi di reazione, causa anche un significativo numero di situazioni nelle quali questi sono gravemente rallentati e compromessi. Inoltre, in linea con le ipotesi, sembrerebbe che la deprivazione di sonno, quando associata al consumo di alcolici, peggiori ulteriormente il quadro della situazione, ovvero aumenti ulteriormente il numero di situazioni nelle quali i tempi di reazione sono gravemente rallentati.

I tempi di reazione sono stati spesso considerati un indice dello stato di allerta pertanto, considerando quanto riportato fino a questo punto, si potrebbe concludere che sia l'alcol che la deprivazione di sonno deteriorano questo aspetto dell'attenzione e che la deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici comporta un più importante peggioramento. Tuttavia se si prende in considerazione la sola componente di Alerting tonico, misura più pura di questa componente attentiva, i risultati appaiono lievemente differenti.

Considerando questo aspetto si è infatti osservato che, mentre l'alcol tende ad incrementare i tempi di reazione e contemporaneamente ridurre il livello di accuratezza, la sola privazione di sonno aumenta significativamente i tempi di reazione senza tuttavia modificare il livello di accuratezza. In altre parole, sembrerebbe che un tasso alcolemico superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare, durante il giorno, alle 12:30, tenda a diminuire lo stato di allerta ed aumentare la percentuale di errori commessi. A differenza, sembrerebbe invece che trascorrere una notte insonne fino alle 5:00 del mattino comporti una riduzione dello stato di allerta ma non un aumento significativo della percentuale di errori commessi. Inoltre, come ipotizzato, si è osservato che la privazione di sonno associata al consumo di alcolici comporta un ulteriore incremento dei tempi di reazione rispetto a quello causato dalla sola privazione. Tuttavia, anche in questo caso, così come osservato per i tempi di reazione generali, l'aspetto meno preoccupante è che, a fronte dell'ulteriore oggettivo aumento dei tempi di reazione, il livello di accuratezza non sembra subire un decremento significativo. In relazione alla componente attentiva di Alerting fasico, ovvero lo stato di allerta indotto da un segnale allertante, le cose sembrano essere differenti. Dai risultati, contrariamente a quanto ipotizzato, così come riscontrato da Jugovac e Cavallero (2012) per la sola privazione di sonno, è emerso che né l'alcol né la privazione di sonno, né tantomeno la privazione di sonno associata al consumo di alcolici sembrano avere effetti su questo aspetto dell'attenzione. Infatti, prescindendo dal progressivo aumento dei tempi di reazione causato dalle diverse condizioni, lo stato di allerta indotto da un segnale allertante non sembra subire variazioni significative. Sembrerebbe quindi che la reattività indotta da un segnale allertante non venga modificata né dal consumo di alcolici né dalla privazione di sonno e nemmeno dalla privazione di sonno associata al consumo di alcolici. Oltre alla reattività, anche i livelli di accuratezza non sembrano subire variazioni di rilievo. Sembrerebbe quindi che un tasso alcolemico medio di circa 0,8 g/L, alle 12:30, non comprometta questa componente attentiva così come non sembra comprometterla una nottata trascorsa insonne fino alle 5 del mattino, sia che si abbiano o che non si abbiano consumato degli alcolici (BAC ~ 0,8 g/L). Riguardo alla sola privazione di sonno, questo dato non risulta essere troppo sorprendente in quanto, sia Martella e colleghi (2011) relativamente ad una privazione parziale di sonno che Jugovac e Cavallero (2012)



relativamente ad una deprivazione totale di sonno avevano già riscontrato un simile risultato.

Anche per quanto concerne la componente attentiva deputata all'orientamento dell'attenzione, contrariamente a quanto ipotizzato, si è osservato che né l'alcol né la deprivazione di sonno, né tantomeno la deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici sembrano influire sulla velocità di orientamento dell'attenzione, così come sembrano non influire sul numero di errori commessi.

Sembrerebbe quindi che dopo aver trascorso una regolare notte di sonno nel proprio letto, alle 12:30, dopo aver consumato alcolici (BAC ~ 0,8 g/L), si abbia la stessa reattività nell'orientare l'attenzione e lo stesso livello di accuratezza che si avrebbe se non si avesse bevuto. Lo stesso ragionamento vale per coloro che hanno trascorso una nottata insonne fino alle 5 del mattino, sia che abbiano o che non abbiano consumato alcolici (BAC ~ 0,8 g/L).

Anche la reattività riscontrata riguardo all'ultima componente del sistema attentivo, ovvero quella responsabile del controllo esecutivo, in disaccordo con quanto ipotizzato, è risultata non essere sensibile agli effetti dei fattori alcol e deprivazione di sonno. Questo risultato, in controtendenza rispetto a quanto ci si aspettava, appare meno strano se lo si considera in relazione ai livelli di accuratezza. È infatti vero che la reattività non sembra subire modifiche ma i livelli di accuratezza rilevati per le sole prove con flanker incongruenti variano significativamente nelle diverse condizioni. Se infatti oltre alla reattività si tiene conto anche del livello di accuratezza, alcol e deprivazione di sonno, singolarmente, sembrano influire negativamente sul numero di errori commessi nelle quelle situazioni in cui è necessario risolvere un conflitto cognitivo. Sembrerebbe che, alle 5 del mattino, quando i soggetti si trovavano in uno stato di deprivazione di sonno o, alle 12.30, quando i soggetti, pur avendo dormito regolarmente hanno un tasso alcolemico superiore rispetto a quello consentito dalla legge per poter guidare, le loro prestazioni risultino meno accurate rispetto a quando hanno dormito regolarmente e non hanno consumato alcolici. Un aspetto interessante sta nel fatto che questo tipo di risultato, così come riscontrato da Marcziński e Fillmore (2003b), è emerso solo nelle prove in cui era necessario risolvere un conflitto cognitivo e non in quelle in cui non era necessario farlo. Infatti, per questi ultimi casi, i livelli di accuratezza riscontrati nelle condizioni Baseline, Alcol e Deprivazione non sono mai scesi sotto la soglia del 99%. A differenza, per le prove nelle quali era

necessario risolvere un conflitto cognitivo, la condizione Alcol ha fatto riscontrare un livello di accuratezza di circa il 93% e la condizione Deprivazione di circa 94%. In conclusione, sembrerebbe che sia una moderata deprivazione di sonno che un tasso alcolemico superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare (BAC ~ 0,8 g/L) non comportino una variazione nella velocità con la quale si risponde ad uno stimolo ma tuttavia comportino una variazione nel livello di accuratezza della risposta se questa richiede la risoluzione di un conflitto cognitivo. In altre parole, sembrerebbe che quando si deve prendere una decisione complessa lo si fa con la stessa velocità ma si commettono più errori.

Per quanto concerne la combinazione tra deprivazione di sonno e consumo di alcolici i risultati sembrano essere ancor più interessanti.

La componente attentiva deputata al controllo esecutivo, in accordo con quanto trovato da Jugovac, Muroi e Cavallero (2009) è infatti risultata essere maggiormente sensibile agli effetti della deprivazione associata al consumo di alcolici.

Nella condizione Deprivazione + alcol, la differenza tra i tempi di reazione rilevati nelle prove in cui si doveva risolvere un conflitto cognitivo e quelli riscontrati nelle prove in cui non lo si doveva risolvere ha subito una variazione significativa rispetto a tutte le altre condizioni. Questa differenza sembra dovuta principalmente ad un sensibile rallentamento della reattività nelle prove in cui era necessario risolvere il conflitto. Un aspetto che rende questo risultato tanto interessante quanto preoccupante sta nel fatto che, anche in questo caso, in accordo con i risultati precedenti (Jugovac *et al.*, 2009), oltre al sensibile incremento dei tempi di reazione, si è riscontrato anche un ulteriore decremento del livello di accuratezza. In questa condizione si è infatti osservato un livello di accuratezza pari al 92% circa.

Sembrerebbe quindi che coloro che hanno trascorso una notte insonne fino alle 5:00 del mattino e allo stesso tempo hanno consumato degli alcolici, quando si trovano nella condizione di dover rispondere ad una situazione che richiede di elaborare stimoli contrastanti, abbiano una minore reattività ed inoltre commettano un più importante numero di errori.

Questi dati di natura oggettiva sono senza dubbio interessanti ma assumono maggior enfasi se raffrontati a quelli di natura soggettiva relativi al vigore, all'umore e alla sonnolenza.

Questi dati, in linea con le ipotesi, hanno infatti messo in luce che i soggetti, nella condizione Alcol, percepivano il loro livello di vigore in misura uguale a come lo percepivano nella condizione Baseline. Lo stesso andamento è stato osservato anche per quanto riguarda la sonnolenza percepita e la scala dell'Affect.

Sembrerebbe quindi che, alle 12.30, nonostante durante la notte si abbia riposato a sufficienza, consumare dell'alcol fino ad avere un tasso alcolemico superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare (BAC ~ 0,8 g/L), oltre a comportare un prestazione attentiva alterata in alcuni aspetti e oggettivamente compromessa, comporti anche un'alterazione della percezione soggettiva del proprio stato psicofisico. Detto in altri termini, nessuna consapevolezza della peggiore prestazione attentiva.

A differenza, la deprivazione di sonno sembra non influire sulla percezione soggettiva dello stato psicofisico. Infatti, in questa condizione i soggetti percepivano il loro livello di vigore mediamente dimezzato rispetto a come lo percepivano nella condizione Baseline. Lo stesso vale per la scala dell'Affect e per il livello di sonnolenza percepito; i soggetti si sentivano mediamente, più tristi, meno calmi, più tesi e, oltre a sentirsi più affaticati, si sentivano più assonnati. In questo caso i dati soggettivi sembrano essere in accordo con quelli oggettivi. Parrebbe quindi che la deprivazione di sonno, per quanto alteri e comprometta oggettivamente alcuni aspetti della prestazione attentiva, lasci inalterata la capacità dei soggetti di percepire tale alterazione.

A differenza, mentre i soggetti nella condizione Deprivazione di sonno avevano una percezione del loro stato psicofisico in accordo con la loro prestazione oggettiva, nella condizione Deprivazione + alcol, così come nella condizione Alcol, percepivano il loro stato psicofisico in modo dissociato dalla loro prestazione oggettiva. Infatti, a fronte di un ancor più importante peggioramento in quasi tutti gli indici della prestazione attentiva misurati, in questa condizione, i soggetti sentivano di avere un livello di vigore non uguale ma addirittura superiore a quello percepito nella condizione Deprivazione. Sembrerebbe quindi che trascorrere una notte insonne e contemporaneamente consumare alcolici tanto da superare il tasso alcolemico consentito dalla legge per poter guidare (BAC ~ 0,8 g/L), alteri la percezione soggettiva del vigore e di conseguenza comprometta la capacità delle persone di rendersi conto dell'alterato stato psicofisico nel quale si trovano.

Un risultato simile è stato osservato anche per quanto riguarda la scala dell'Affect. È infatti emerso che, mentre la privazione di sonno provoca un effetto disforico, quando questa è associata al consumo di alcolici provoca, al contrario, un effetto euforizzante. I soggetti sembrano sentirsi mediamente meno tesi, meno tristi e più calmi.

Il dato interessante, ancora una volta, anche per quanto concerne la sonnolenza, è emerso in relazione alla combinazione tra privazione di sonno e consumo di alcolici. Infatti i soggetti, quanto sottoposti a questa combinazione, si sentivano più assennati rispetto alla condizione Baseline ma meno rispetto alla condizione Deprivazione. Anche i dati sulla sonnolenza sembrano quindi avvalorare l'ipotesi che stare svegli fino alle 5 del mattino e allo stesso tempo consumare alcolici comprometta la capacità di rendersi conto dell'alterazione del proprio stato psicofisico.

## 5. INIBIZIONE

Il precedente esperimento ha evidenziato che il controllo esecutivo sembra essere la componente attentiva che risente maggiormente degli effetti dell'alcol, della deprivazione di sonno e della deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici. Pertanto si è ritenuto potesse essere interessante approfondire questo aspetto dell'attenzione maggiormente legato alle funzioni esecutive.

### 5.1 Introduzione

Oltre che i processi cognitivi e la prestazione attentiva, anche le funzioni esecutive e i processi di inibizione sembrano giocare un ruolo determinante nell'esecuzione del comportamento di guida.

Alcuni autori sottolineano l'importanza delle funzioni esecutive per la valutazione della competenza nella guida, in particolar modo nelle persone anziane che spesso riportano una severa compromissione di queste funzioni. (Daigneault *et al.*, 2007). Tale importanza è stata ribadita da altri autori che si sono occupati di studiare la relazione tra funzioni esecutive e prestazione di guida in un'altra classe di persone, anch'essa soggetta ad una parziale compromissione di tali funzioni, ovvero persone con Disturbo di Attenzione e Iperattività. (Barkley *et al.*, 2002).

Ingenuamente tutti conoscono il concetto di inibizione e questo crea dei problemi a priori. È infatti molto difficile trattare un concetto scientifico senza che avvengano distorsioni dovute alla conoscenza ingenua (McLoad, 2007). Nel campo scientifico la nozione di inibizione (*"inhibition"* e *"interference control"*) esiste da più di cento anni ed è stata l'argomento centrale di molte teorie che hanno spaziato in diversi campi, dalla psicologia alla psicopatologia, fino alle neuroscienze (Aron, 2007) (Friedman e Miyake, 2004).

Pur restringendo il campo al solo settore psicologico è possibile notare che, negli anni, questo concetto ha assunto diverse sfumature, più o meno marcate, ed è stato utilizzato per formulare diverse teorie in diversi settori, dalla psicologia dello sviluppo alla psicologia sociale, dalla psicologia clinica alla psicologia della personalità.

L'inibizione, in senso cognitivo, fa parte delle funzioni esecutive ovvero di quelle funzioni, attribuite strutturalmente all'attività della corteccia frontale e aree

sottocorticali (Aron, 2007), che operano solo nelle condizioni in cui le funzioni di routine risultano inadeguate per l'esecuzione di un compito. Tra le funzioni esecutive più comuni rientrano quelle inerenti la pianificazione, i processi decisionali, la correzione di errori, la produzione di risposte nuove o non del tutto apprese, le condizioni che impongono il superamento delle risposte abituali o le condizioni che necessitano di interrompere un'azione in corso (Posner e DiGirolamo, 1998).

McLoad (2007), dal punto di vista cognitivo, ha definito l'inibizione come "l'interrompere o superare un processo mentale, in tutto o in parte, con o senza intenzione". Clark (1996), più generalmente l'ha definita come "qualsiasi meccanismo che riduce o smorza l'attività neuronale, mentale o comportamentale".

Dare, o accettare, una definizione univoca di inibizione è un compito particolarmente difficile se non addirittura impossibile. Piuttosto, è più realistico pensare a diverse possibili definizioni relative a diversi tipi di processi di inibizione. Come suggerito da alcuni autori è infatti più opportuno pensare all'inibizione come una famiglia di funzioni piuttosto che come un singolo costrutto unitario (Nigg, 2000).

Friedman e Miyake (2004) hanno distinto tra tre tipi di inibizione: inibizione di una risposta dominante, resistenza all'interferenza di distrattori e resistenza all'interferenza proattiva. Questa suddivisione permette di identificare in maniera adeguata quel tipo di inibizione che rappresenta un aspetto centrale nell'esecuzione del comportamento di guida, ovvero l'inibizione di una risposta dominante.

Questo tipo di inibizione è stato dettagliatamente trattato nel modello elaborato da Logan e Cowan (1984) pertanto, tra le diverse teorie e di diversi modelli che si sono occupati di questi processi, nel presente elaborato si è scelto di fare riferimento a questo paradigma. Questa scelta è motivata dal fatto che questo paradigma, a differenza di altri, consente appunto di indagare la *Stop Signal Inhibition*, definita come "un'azione volontaria volta ad arrestare una risposta dominante già avviata" (Logan, 1984). Questa forma di inibizione differisce da quella che Logan chiama inibizione reattiva (Logan, 1994), ovvero quel tipo di inibizione in cui "l'azione è finalizzata alla risoluzione di un conflitto cognitivo",

come nel caso del Flanker Task (Eriksen e Eriksen, 1974) o del Conflict Effect misurato attraverso l'Attention Network Test. La *Stop Signal Inhibition* è intesa come la capacità di inibire pensieri e azioni quando questi smettono di essere rilevanti in funzione dell'obiettivo prefissato.

Così considerata l'inibizione rappresenta soltanto una delle varie azioni di controllo delle funzioni esecutive ma di certo una tra le più importanti, sia da un punto di vista comportamentale ed ecologico, sia da un punto di vista cognitivo (Logan, 1994).

La *Stop Signal Inhibition* sembra appunto rivestire un ruolo di cruciale importanza nel comportamento di guida, non è infatti inusuale che gli automobilisti si trovino nella situazione di dover interrompere un'azione in corso conseguentemente ad un cambiamento del contesto. Per esempio interrompere l'azione di occupare un incrocio quando sta sopraggiungendo un altro veicolo ad alta velocità.

## **5.2 Il modello di Logan**

Molte situazioni richiedono che le persone interrompano le azioni quando sono in corso di svolgimento. Logan e Cowan (1984) hanno proposto una teoria sul processo di inibizione del pensiero e dell'azione per tenere conto della prestazione delle persone in queste situazioni. In questa teoria, questo tipo di inibizione viene spiegato in termini di interazione tra un sistema esecutivo, chiamato *Executive System*, che forma le intenzioni e il programma per realizzarle, e un sistema ad esso subordinato, detto *Subordinate System*, che interpreta i comandi dell'*Executive System* e li esegue.

La teoria si concentra sullo *Stop Signal Paradigm*, un paradigma in cui i soggetti svolgono un dato un compito primario (*Primary Task*) che, a volte, devono inibire in seguito alla presentazione di un segnale di arresto (*Stop Signal*). Questo paradigma fa quindi riferimento all'inibizione al segnale di stop (*Stop Signal Inhibition*), cioè a quel particolare tipo di inibizione che prevede un'azione volontaria da parte del soggetto volta ad arrestare una risposta dominante già avviata (Logan, 1984).

Questo paradigma si basa sull'Horse Race Model che spiega l'inibizione in termini di una competizione (*Race*) tra due processi distinti: quello relativo all'esecuzione

del compito primario, ovvero l'azione in corso, e quello riferito al processo atto ad inibire lo svolgimento di questo compito in seguito alla comparsa del segnale di stop. Il paradigma prevede infatti che alla base del processo di inibizione ci sia un processo di arresto (*Stopping process*) che si avvia conseguentemente ad un segnale (in ambito sperimentale un segnale di stop; in ambito ecologico una modifica del contesto che richiede l'interruzione dell'azione) e che compete con il processo relativo all'azione già in atto (*Go process*). Se il processamento del compito primario è più veloce e quindi termina prima di quello di stop l'azione viene portata a termine ed eseguita regolarmente. Se invece è il processamento del segnale di stop a terminare per primo lo *Stopping process* prevale sul *Go process* e l'azione viene inibita.

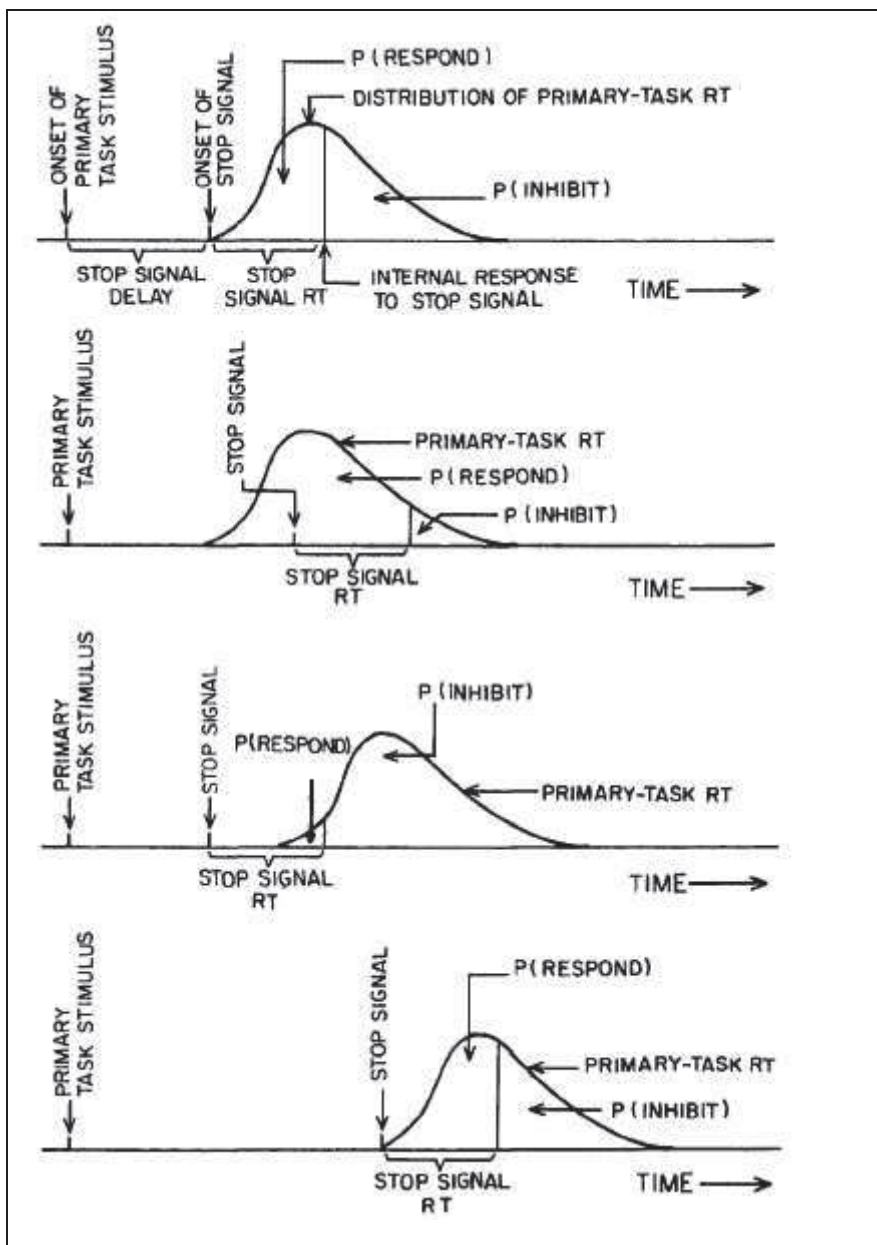
Un fattore che gioca un ruolo determinante in questo paradigma, dal quale dipende la stima della probabilità di inibire l'azione in corso, è costituito dall'intervallo temporale che intercorre tra la presentazione dello stimolo che dà l'avvio al *Primary task* e la comparsa del segnale di stop che indica di inibirlo, ovvero lo *Stop signal delay* (SSD). Questo fattore indica pertanto il momento in cui si avviano i processi sottostanti all'inibizione.

Il modello si basa infatti su delle funzioni di inibizione che mettono in relazione la probabilità di inibire o meno una determinata risposta per un determinato ritardo (*delay*). Esse riflettono il risultato della competizione tra *Stop process* e *Go process* (figura n°6). Se il segnale di stop è presentato con un *delay* che si approssima allo zero, la probabilità di continuare il *Primary task* sarà presso che nulla e quella di inibirlo si attesterà intorno al 100%. Viceversa, se il segnale di stop viene presentato con un ritardo elevato, la probabilità di continuare il *Primary task* sarà circa del 100% e quella di inibirlo presso che nulla. Tra questi due estremi è possibile individuare una funzione in cui la probabilità di inibire il *Primary task* diminuisce all'aumentare del *delay*. La funzione di Inibizione indica dunque la probabilità che avvenga l'inibizione e il suo andamento dipende dall'andamento della distribuzione dei tempi di reazione. La parte della funzione d'inibizione in cui la probabilità di risposta si attesta attorno al 50% dipende infatti dalla media della distribuzione dei tempi di reazione. Per cui maggiore è la variabilità di questa distribuzione, più ampia e piatta sarà la rappresentazione della funzione.



Contrariamente alla latenza di risposta al *Go process*, quella relativa alla risposta interna al segnale di stop non è né osservabile né misurabile in modo diretto. La sua stima può essere però matematicamente derivata. Logan nel corso degli anni ha proposto una serie di formule matematiche abbastanza complesse da un punto di vista teorico (per una descrizione approfondita vedi Logan, 1994).

Figura n°6



Rappresentazione grafica delle assunzioni dell'Horse Race Model che indicano che la probabilità di inhibire una risposta –  $P(\text{inhibit})$  – e della probabilità di rispondere allo stop signal –  $P(\text{response})$  dipende dalla distribuzione dei tempi di reazione nel primary task, stop signal e stop signal delay. (da: Logan, 1984)

La prima formulazione (Logan, 1984) prevedeva un compito con 10 tipi di delay differenti i cui valori (da 50 a 500 ms) venivano tenuti costanti per l'intera durata dell'esperimento e presentati in ordine casuale. La latenza di risposta al segnale di stop (*Stop signal reaction time* – SSRT) veniva calcolata, all'interno di ogni soggetto, dalla differenza tra il momento in cui veniva presentato il segnale di stop e il momento in cui lo *Stopping process* aveva termine. In seguito, Logan e colleghi (1994) hanno proposto delle altre modalità per stimare l'SSRT. L'ultima da un punto di vista cronologico è quella proposta da Logan, Schachar e Tannock (1997). Questa modalità si basa sul *tracking algorithm* (Osman *et al.*, 1986) e consente allo sperimentatore di calibrare dinamicamente l'SSD in base alla velocità di risposta e di inibizione dei soggetti. La modalità prevede che l'SSD vari automaticamente dopo ogni singolo *stop trial*, in base alla risposta fornita dal soggetto. Quando la risposta viene inibita con successo, il *delay* aumenta di 50 millisecondi, rendendo più difficile l'inibizione della risposta nella prova successiva. Viceversa, nel caso in cui il soggetto non riesca ad inibire la risposta il *delay* diminuisce di 50 millisecondi rendendo l'inibizione allo *stop trial* successivo più semplice. Questa modalità fa sì che il *delay* tenda ad un valore in cui i soggetti sono in grado di inibire la loro risposta nel 50% dei casi. In questo modo i processi di stop e i processi di go finiscono mediamente nello stesso momento, quindi il fatto che a vincere sia un processo piuttosto che l'altro è dettato dal caso. L'obiettivo finale è dunque quello di ottenere un *delay* che rappresenta il punto medio in cui lo *stopping process* termina. Una volta ottenuto, può essere utilizzato per stimare l'SSRT sottraendo l'SSD dalla latenza media di risposta al *Go process*.

Di conseguenza, poiché come già affermato la competizione tra i due processi dipende soltanto da tre valori, sommando l'SSRT con l'SSD si ottiene la latenza media di risposta al compito Go.

Il modello appena descritto riesce dunque a rendere conto del comportamento osservato nei processi di stop attraverso un numero ridotto di assunzioni. L'unico vincolo consiste nell'idea, peraltro motivata da un punto di vista teorico, che i due processi in competizione tra loro funzionino in maniera indipendente. Questo modello riesce ad offrire delle predizioni quantitative accurate fornendo una stima del processo di stop in termini di tempi di reazione. Invece, come esplicitato da

Logan stesso, questo paradigma non è in grado di fornire alcuna informazione relativa alla natura dei processi sottostanti.

I dati ottenuti da Logan per mezzo di questo modello sono coerenti con l'idea che alla base dell'abilità di inibire molti tipi di pensiero e azione ci sia un meccanismo generale unico. Giovani adulti in buona salute possono ad esempio fermare un'ampia varietà di azioni, come il movimento degli occhi, delle mani o l'eloquio, entro i primi 200 millisecondi (Logan e Cowan, 1984).

### **5.3 Lo Stop Signal Task**

A differenza di quanto avvenuto per il modello attentivo di Posner e per la successiva progettazione e realizzazione dell'Attention Network Test, Logan e colleghi non hanno messo a punto un compito standard per raccogliere dei dati utili allo studio dell'inibizione di una risposta dominante, hanno piuttosto fornito, attraverso lo *Stop paradigm*, le indicazioni necessarie per consentire ai ricercatori di mettere a punto dei compiti, più o meno diversi tra loro, che consentono di studiare questo tipo di inibizione.

Un esempio di *Stop signal task* prevede che i partecipanti debbano svolgere un compito di tempi di reazione di scelta (*go task*). Durante il compito, occasionalmente e in maniera casuale, nel 25% delle prove viene presentato un segnale acustico (*stop signal*) che indica ai partecipanti di interrompere la risposta già avviata (*stop task*). Gli stimoli del *go task* sono solitamente delle lettere (Friedman e Miyake, 2004).

Lo *Stop signal task* utilizzato da Logan e colleghi (1994) prevedeva che i soggetti dovessero categorizzare delle parole (bilanciate per lunghezza e frequenza) che gli venivano presentate indicando se erano animali o non animali e, in alcuni casi (25%), quando sentivano un suono emesso dal computer, dovevano inibire l'azione di categorizzazione. Un aspetto importante, come sottolineato da Logan (1994), è relativo al fatto che in soggetti non devono rallentare la risposta al *Go Task* per aspettare lo *Stop signal*.

Altri protocolli sperimentali prevedono che gli stimoli siano costituiti da lettere presentate in ordine casuale e con la stessa probabilità di comparsa e che il soggetto debba tentare di inibire la risposta motoria nel caso in cui la comparsa

del target sia successivamente seguita dallo *Stop signal*. Una volta ottenuto l'SSD con il quale i soggetti sono in grado di inibire la risposta nel 50% di casi, come precedentemente spiegato è possibile ottenere la stima dell'SSRT sottraendo l'SSD dalla media dei tempi di reazione al *Go task*.

Da un punto di vista cognitivo gli *Stop Signal Task*, rispetto ai compiti go/no-go, sono in grado di fornire una stima più pura e più sensibile del processo di Inibizione. Ciò è dovuto al fatto che questi consentono di ottenere un valore di *Stop signal reaction time* misurato in millisecondi anziché il numero di errori commessi, fornito dai compiti go/no-go.

## **6. EFFETTI DELLA DEPRIVAZIONE TOTALE DI SONNO, SINGOLI E COMBINATI AL CONSUMO DI ALCOLICI, SULL'ATTENZIONE E SULL'INIBIZIONE: L'ASSUNZIONE DI CAFFEINA COME CONTROMISURA.**

### **6.1 Introduzione**

Come ribadito più volte nei capitoli precedenti, è ampiamente corroborato che la privazione di sonno e la privazione di sonno associata al consumo di alcolici causano un deterioramento cognitivo che contribuisce ad aumentare gli incidenti dovuti ad errori umani (Dinges *et al.*, 1995) (Durmer *et al.*, 2005) ed inoltre compromettono l'esecuzione del comportamento di guida (Arnedt, 2000) (Horne *et al.*, 2003) Barret *et al.*, 2004) (Banks *et al.*, 2004) (Barret *et al.*, 2005) (Vakulin *et al.*, 2007) (Howard *et al.*, 2007). Tali fattori inducono infatti una vasta gamma di effetti negativi sulle funzioni cognitive, tra cui il decremento di alcuni aspetti della prestazione attentiva e di alcune funzioni esecutive (Goel *et al.*, 2009).

Partendo da tale background teorico, diversi ricercatori si sono focalizzati nella ricerca di possibili efficaci contromisure per contrastare questo problema e contribuire al miglioramento della sicurezza stradale.

Numerosi ricercatori si sono concentrati nel valutare gli effetti dell'aria fresca, della masticazione, dei *nap*, della caffeina e, ultimamente, anche degli *energy drink* contenenti concentrazioni variabili di questa sostanza. Come riportato nella rassegna della letteratura elaborata da Mallia e colleghi (2007), la caffeina e i *nap* sembrano le contromisure più efficaci per contrastare la sonnolenza.

#### **6.1.1 Studi sulla prestazione di guida**

Negli ultimi anni è stato scientificamente dimostrato che gli *energy drink* migliorano significativamente la prestazione di guida e rappresentano una valida contromisura contro la perdita di sonno e la fatica (Horne *et al.*, 2001) (Reyner *et al.*, 2002) (Gershon *et al.*, 2009) (Mets *et al.*, 2011). Il notevole aumento del consumo di questo tipo di bevande, riscontrato negli ultimi anni, ha suscitato l'interesse della comunità scientifica che, oltre ad aver verificato gli ormai noti effetti positivi sulla guida, ha anche sottolineato i rischi e gli effetti negativi che l'uso e l'abuso di questo tipo di bevande può comportare a lungo termine (Gershon *et al.*, 2009) (Howard *et al.*, 2010). Studiare gli effetti degli *energy drink*

sulla prestazione al simulatore di guida è senza alcun dubbio un settore di ricerca affascinante che merita di essere approfondito. Tuttavia non permette di indagare gli effetti della sola percentuale di caffeina contenuta in queste bevande, in quanto esse contengono numerose altre sostanze tra le quali glucosio, complessi vitaminici e amino acidi, tra cui il più conosciuto è la taurina.

Altri ricercatori, a differenza, hanno invece scelto di concentrarsi esclusivamente sugli effetti della sola caffeina. Negli anni sono stati condotti numerosi studi attraverso i quali sono stati valutati gli effetti di diverse quantità di questa sostanza, in diverse ore della giornata, come contromisura al decremento della prestazione di guida dovuto alla sonnolenza o fatica indotta da diversi fattori, tra cui anche la privazione di sonno.

Horne e Reyner (1996) hanno indagato gli effetti di questa sostanza (150 mg) e quelli di un *nap* (15 minuti) su un campione di 10 *sleepy driver* come contromisura alla stanchezza, comparandoli con un placebo. Hanno somministrato i diversi trattamenti durante mezz'ora di pausa tra due ore di guida al simulatore, eseguite nel primo pomeriggio. Oltre alla prestazione di guida hanno misurato anche la sonnolenza oggettiva attraverso l'attività EEG ed il livello di sonnolenza soggettiva. Da questo studio è emerso che sia i *nap* che la caffeina riducono i deficit nella guida e migliorano i livelli di sonnolenza sia oggettivi che soggettivi e che la caffeina produce effetti più consistenti rispetto ai *nap* (Horne e Reyner, 1996).

Altri ricercatori hanno dimostrato che, anche quantità inferiori di questa sostanza sembrano essere sufficienti per contrastare gli effetti negativi indotti da una privazione parziale di sonno sulla prestazione al simulatore di guida. Più recentemente infatti, Biggs e colleghi (2007) hanno trovato che 100 milligrammi di questa sostanza sembrano avere effetti positivi sulla prestazione al simulatore di guida durante le prime ore del pomeriggio, quando questa era oggettivamente compromessa da una precedente notte di privazione parziale di sonno (4 ore). Sembrerebbe quindi che già una quantità modesta di questa sostanza possa essere sufficiente per avere degli effetti positivi sul comportamento di guida. Tuttavia gli autori di questo studio mantengono una certa cautela nel trarre delle conclusioni e sottolineano l'importanza di raccogliere ulteriori evidenze scientifiche.

Reyner e Horne (2000) si sono invece domandati se una quantità lievemente superiore (200 mg) fosse in grado di contribuire a risolvere il problema degli incidenti sonno correlati che avvengono nelle prime ore del mattino. Hanno pertanto condotto due esperimenti, uno in deprivazione parziale e uno in deprivazione totale di sonno, valutando gli effetti di questa sostanza sulla prestazione al simulatore di guida, tra le 6:00 e le 8:00 del mattino. Da questi esperimenti sono emersi risultati interessanti; il primo esperimento ha messo in evidenza che, in soggetti parzialmente privati di sonno, la caffeina ha significativamente ridotto il numero di incidenti e i livelli di sonnolenza per tutta la durata della prestazione. Viceversa nel secondo esperimento, in deprivazione totale di sonno, la sonnolenza ha causato decremento della prestazione talmente grave che l'esperimento è stato interrotto dopo un'ora. Tali autori sono giunti alla conclusione che 200 mg di caffeina sembrano sufficienti per contrastare gli effetti della deprivazione parziale di sonno per una durata di 2 ore e che comunque 200 mg di questa sostanza sembrano in grado di contrastare anche gli effetti della deprivazione totale di sonno, ma solo per la prima mezz'ora di guida (Reyner *et al.*, 2000).

Anche Philip e colleghi (2006) hanno valutato l'effetto di 200 mg di caffeina sulla prestazione di guida, però nelle prime ore del mattino (1:00) e anche tali autori hanno riscontrato un effetto positivo.

Altri ricercatori (De Valk *et al.*, 2001) si sono invece domandati se quantità superiori di questa sostanza, ovvero 300 milligrammi a lento rilascio, potessero rappresentare una valida contromisura per contrastare gli effetti negativi indotti da una deprivazione parziale di sonno (4,5 ore) sulla prestazione di guida alle 9:00 e alle 13:00 trovando che questa sostanza sembra migliorare alcuni aspetti della prestazione, in particolare sembra ridurre la variabilità della velocità massima consentita e il numero di invasioni della corsia di marcia opposta.

Successivamente gli stessi autori hanno confermato questi risultati attraverso un altro studio, avvalorando la possibilità di utilizzare questa sostanza per contrastare il fenomeno degli incidenti sonno – correlati. Anche tali autori, in accordo con (Horne e Reyner (1996) hanno concluso che la caffeina sembra essere una soluzione più efficace rispetto ad un *nap* di 30 minuti (De Valk *et al.*, 2003).

Dall'analisi della letteratura non sono stati invece riscontrati studi che si siano occupati di valutare la caffeina quale contromisura atta a contrastare l'effetto della privazione di sonno associata all'assunzione di alcolici sulla prestazione di guida.

### **6.1.2 Effetti della caffeina sulle funzioni cognitive**

La caffeina quale sostanza psicostimolante ha spesso destato l'interesse della comunità scientifica per i potenziali benefici che potrebbe comportare in termini di miglioramenti della prestazione psicofisica. Già negli anni ottanta del secolo scorso, Lieberman e colleghi (1987) partendo dal presupposto che si tratta di una sostanza psicostimolante e che pochi studi comportamentali avevano esaminato gli effetti acuti relativi a dosi che rispecchiano le basse concentrazioni tipicamente presenti nei cibi e nelle comuni bevande, hanno condotto una ricerca per indagare gli effetti di quattro singole dosi (32, 64, 128 e 256 mg) su diversi aspetti cognitivi e sull'umore auto riferito. Da tale studio è emerso che già la dose più bassa, tipica dose contenuta in un bicchiere di cola e inferiore a quella di una tazza di caffè, sembra essere sufficiente per indurre un significativo miglioramento della vigilanza uditiva e del tempo di reazione visivo.

Come sottolineano Killgore e colleghi (2007), sempre per le sue proprietà psicostimolanti, la caffeina è stata anche usata come contromisura per contrastare gli effetti della privazione di sonno sul funzionamento cognitivo.

Per quanto concerne la relazione tra la caffeina e la sola privazione di sonno, Penetar e colleghi (1993) hanno trovato che questa sostanza sembra essere in grado di contrastare gli effetti negativi indotti da un periodo prolungato di veglia sulla sonnolenza e sui tempi di reazione di scelta. Anche Patat e colleghi (2000), in uno studio in privazione totale di sonno, hanno trovato un effetto positivo di questa sostanza (600 mg a lento rilascio) sulla sonnolenza oggettiva e sulla prestazione cognitiva, misurata attraverso diversi test tra cui il Choice Reaction Task, uno Stroop test e il Continuous Performance Task.

Lagarde e colleghi (2000) si sono invece posti l'obiettivo di valutare gli effetti di diverse concentrazioni di caffeina al lento rilascio (150, 300, 600 mg) sul decremento della vigilanza, indotto da una privazione di sonno, trovando che 300 milligrammi di questa sostanza sembrano essere la dose ottimale,



maggiormente efficiente e senza effetti collaterali per mantenere un buon livello di vigilanza.

Anche Wesensten e colleghi (2005) hanno trovato che alte dosi (600 mg) di questa sostanza sembrano ripristinare per circa 2-4 ore il deterioramento della performance psicomotoria e la vigilanza indotto da 85 ore di deprivazione totale di sonno.

La letteratura è ricca di numerose ricerche che si sono occupate dello studio degli effetti della caffeina sui deficit cognitivi indotti dalla deprivazione di sonno. A differenza, così come osservato per la prestazione di guida, dall'analisi della letteratura non sono stati invece riscontrati studi che si siano occupati di valutare se la caffeina può rappresentare un'efficace contromisura atta a contrastare l'effetto della deprivazione di sonno associata all'assunzione di alcolici.

Alla luce di quanto riportato fin'ora si ritiene possa essere interessante studiare se l'assunzione di caffeina può rappresentare una contromisura efficace anche per contrastare, oltre i singoli effetti della deprivazione totale di sonno, anche gli effetti di questo fattore combinati al consumo di alcolici, sul sistema cognitivo.

Per i motivi riportati nei precedenti capitoli si ritiene opportuno restringere il campo di interesse al sistema attentivo così come teorizzato da Posner e Raichle (1994) ed inoltre alla specifica funzione esecutiva di inibire una risposta dominante secondo il modello proposto da Logan e Cowan (1984).

Considerato quanto emerso dalla ricerca di Jugovac, Muroni e Cavallero (2009) e i risultati riscontrati nel primo esperimento del presente lavoro si ipotizza che, in questo caso, la deprivazione totale di sonno possa comportare un aumento significativo dei tempi di reazione, una sensibile diminuzione del livello di accuratezza, un effetto negativo sul funzionamento dei tre network attentivi, in particolare del network deputato al controllo esecutivo, ed infine un peggioramento della capacità di inibizione. Si ipotizza inoltre che la combinazione tra deprivazione di sonno e consumo di alcolici possa causare un effetto qualitativamente uguale e quantitativamente superiore. Oltre a questo si ipotizza che la combinazione di questi fattori possa alterare la percezione soggettiva del livello di vigore, di umore e della sonnolenza e che quindi, a fronte degli oggettivi peggioramenti nella prestazione cognitiva ipotizzati, non corrisponda una consapevolezza soggettiva.

Inoltre, si è scelto di indagare se l'assunzione di una quantità di caffeina circa pari a quella comunemente assunta con un caffè, o qualche bicchiere di the o cola, oltre a comportare dei benefici in situazioni "normali", possa essere una contromisura efficace per contrastare gli effetti della sola deprivazione di sonno e della deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici.

In questo esperimento si è scelto di dare un taglio ecologico nel quale dei soggetti che si trovano in queste particolari condizioni (Deprivazione di sonno e Deprivazione di sonno associata al consumo di alcol) scelgono consapevolmente di assumere della caffeina come contromisura. Ovviamente, una scelta di questo tipo non permette di valutare se l'eventuale effetto è legato alle proprietà farmacodinamiche della sostanza o è un effetto placebo legato all'idea di aver assunto una sostanza dai risaputi effetti psicostimolanti. Di conseguenza, nel presente lavoro, quando vengono usate le espressioni "effetto della caffeina" o "effetto dell'alcol" non ci si riferisce necessariamente all'effetto farmacologico.

## **6.2 Metodo**

Il protocollo sperimentale del presente esperimento è stato approvato dal Comitato Etico dell'Università degli Studi di Trieste.

### **6.2.1 Soggetti**

Allo scopo di testare le ipotesi sono stati reclutati attraverso un annuncio 22 soggetti, 20 dei quali hanno portato a termine l'esperimento, 11 femmine e 9 maschi, di età compresa tra i 20 e i 32 anni.

Sono stati preliminarmente sottoposti al test Morningness – Eveningness Questionnaire (MEQ) (Horne e Ostberg, 1976) al fine di poter conoscere la loro tipologia circadiana e scartare soggetti con tipologie estreme. Tale strumento (vedi appendice) è rappresentato da un questionario che indaga le abitudini comportamentali e, sulla base di esse, permette di classificare i soggetti all'interno di cinque tipologie circadiane: estremamente serotini, moderatamente serotini, normali, moderatamente mattutini, estremamente mattutini. Dallo scoring dei punteggi rilevati attraverso questo test nessun soggetto è risultato appartenere a tipologie circadiane estreme.

Tutti i soggetti hanno dichiarato di non soffrire di disturbi del sonno e di non essere allergici all'alcol e alla caffeina. Tutti avevano acuità visiva nella norma o corretta alla norma.

Tutti hanno partecipato all'esperimento volontariamente e per la partecipazione era prevista una ricompensa di 3 C.F.U.

### **6.2.2 Materiali**

Nel presente esperimento sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

1. *Attention Network Test – R*;
2. *Stop Signal Task*;
3. *Stanford Sleepiness Scale*;
4. *Global Vigor – Affect Scale*.

Il primo strumento, l'*Attention Network Test Revised* di Fan e colleghi (2009), di cui il funzionamento è stato già spiegato nel capitolo relativo all'Attenzione, è stato utilizzato con lo scopo di raccogliere dati oggettivi riguardo ai diversi aspetti sottesi al concetto di attenzione.

Il secondo strumento, lo *Stop Signal Task*, il cui funzionamento è stato descritto nel capitolo relativo all'Inibizione, è stato somministrato per raccogliere dati oggettivi sulla capacità dei soggetti di inibire una risposta dominante.

Il terzo e il quarto strumento, la *Stanford Sleepiness Scale* (SSS) e la *Global Vigor – Affect Scale* (GVAF), il cui funzionamento è già stato riportato nel capitolo relativo al primo esperimento, sono stati somministrati con l'obiettivo di raccogliere dati di natura soggettiva riguardo a come si sentivano i soggetti al momento della somministrazione dell'ANT – R e dello *Stop signal task*, relativamente alla sonnolenza, al vigore e all'umore.

La caffeina è stata somministrata sotto forma di capsule (5 cps da 20 mg = 100 mg) mentre l'alcol è stato messo a disposizione dei soggetti, i quali ne hanno assunto un quantitativo a scelta secondo le loro abitudini. I tassi alcolemici sono stati rilevati individualmente mediante l'ausilio di un etilometro (vedi appendice).

### **6.2.3 Disegno sperimentale**

Si è scelto di misurare i diversi aspetti sottesi al concetto di attenzione, nello specifico: Tempi di Reazione – Accuratezza – Alerting – Orienting – Executive Control. Si è scelto inoltre di misurare la latenza al processo di inibizione.

È stato scelto inoltre di misurare la percezione soggettiva dei soggetti rispetto a: Vigore – Umore – Sonnolenza.

Si è scelto di utilizzare un disegno sperimentale 3x2 con variabili indipendenti la condizione (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) e la caffeina (Caffeina – No caffeina). Da tale disegno sperimentale sono risultate 6 sessioni di raccolta dati, due diurne e quattro notturne. Precedentemente alla prima condizione sperimentale, circa 12 ore prima, è stata inoltre prevista una sessione di apprendimento effettuata con lo scopo di fare familiarizzare i soggetti con l'ANT – R e lo Stop signal task; i dati raccolti durante questa sessione non sono stati utilizzati nelle analisi dei dati.

### **6.2.4 Procedura**

I soggetti presentatisi volontariamente ad un incontro preliminare, sono stati inizialmente informati su tutti gli aspetti rilevanti dell'esperimento mediante un Modulo di Consenso Informato (Vedi Appendice). Dopo la conferma relativa alla partecipazione, ottenuta mediante la firma del precedentemente citato modulo di consenso, ai soggetti è stato somministrato il MEQ per lo screening preliminare della tipologia circadiana.

Tutti i soggetti sono stati testati individualmente e sono stati bilanciati per sessione, invertendo l'ordine di partecipazione alle sessioni di raccolta dati, in modo da evitare l'effetto dovuto alla pratica.

Precedentemente alla somministrazione dell'ANT – R e dello Stop signal task, in ogni condizione, sono state somministrate la Stanford Sleepiness Scale e la Global Vigor – Affect Scale. L'ordine di somministrazione dell'ANT – R e dello Stop signal task è stato controbilanciato in modo da evitare un effetto dovuto alla fatica cognitiva potenzialmente causata dall'esecuzione dei test.

Nella prima sessione (Baseline) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno (senza aver assunto caffeina a colazione) dopo aver trascorso una regolare notte di sonno (6 – 8 ore) nella propria abitazione,

condizione controllata mediante un attigrafo (vedi appendice) consegnato ai soggetti il giorno precedente al test. Alle ore 9:00 sono stati sottoposti ai test.

Nella seconda sessione (Caffeina) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno (senza aver assunto caffeina a colazione) dopo aver trascorso una regolare notte di sonno (6 – 8 ore) nella propria abitazione, condizione controllata mediante un attigrafo (vedi appendice) consegnato ai soggetti il giorno precedente al test. In questa condizione i soggetti si sono recati presso il laboratorio alle ore 8:00 dove alle ore 8:10 hanno assunto 100 milligrammi di caffeina. Alle ore 9:00 sono stati sottoposti ai test.

Nella terza sessione (Deprivazione) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino alle 9:00 , ora fissata per l'inizio del test. Durante questo tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non dormissero e non consumassero bevande alcoliche o bevande contenenti caffeina o altre metilxantine.

Nella quarta sessione (Deprivazione + Caffeina) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino all'ora fissata per l'inizio dei test (9:00). Durante il tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non si addormentassero e non consumassero bevande contenenti caffeina o altre metilxantine. Alle ore 8:10 hanno assunto 100 milligrammi di caffeina e alle ore 9:00 sono stati sottoposti ai test.

Nella quinta sessione (Deprivazione + alcol) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino all'ora fissata per l'inizio dei test. Durante il tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non si addormentassero e non consumassero bevande contenenti caffeina o altre metilxantine. Dalle ore 7:30 alle ore 8:20 hanno consumato bevande alcoliche secondo le loro abitudini comportamentali e alle ore 9:00, dopo aver

misurato il loro tasso alcolemico attraverso un etilometro (vedi appendice), sono stati sottoposti ai test.

Nella sesta sessione (Deprivazione + alcol + caffeina) i soggetti si sono recati presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Trieste alle ore 20:00 (senza aver dormito nel pomeriggio) dove hanno trascorso il tempo che è intercorso fino all'ora fissata per l'inizio dei test. Durante il tempo di attesa i soggetti sono stati liberi di svolgere qualunque tipo di attività. È stato monitorato che non si addormentassero e non consumassero bevande contenenti caffeina o altre metilxantine. Dalle ore 7:30 alle ore 8:20 hanno consumato bevande alcoliche secondo le loro abitudini comportamentali. Alle ore 8:10 hanno assunto 100 milligrammi di caffeina e alle ore 9:00, dopo aver misurato il loro tasso alcolemico, sono stati sottoposti ai test.

Come già precisato, il disegno sperimentale prevedeva che tutti i soggetti venissero sottoposti a tutte le condizioni, ogni soggetto è stato quindi testato in sei momenti distinti.

### **6.3 Analisi dei dati e Risultati**

I tassi alcolemici riscontrati nella condizione Deprivazione + alcol (0,57 g/l  $\pm$  0,12) e nella condizione Deprivazione + alcol + caffeina (0,56 g/l  $\pm$  0,9) non sono risultati statisticamente differenti.

#### **6.3.1 Attention Network Test**

##### **6.3.1.1 Tempi di Reazione**

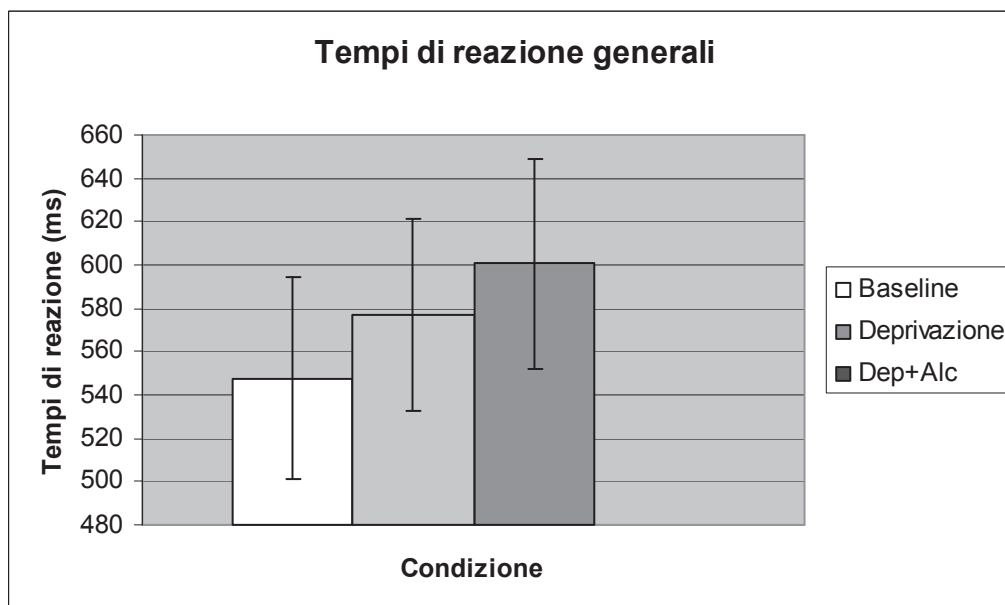
I dati relativi ai tempi di reazione generali sono stati analizzati attraverso una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Da tale analisi si è osservato un effetto della condizione che indica una migliore reattività in Baseline che peggiora in Deprivazione per peggiorare ulteriormente in Deprivazione + alcol. Com'è possibile osservare nel grafico n°10, dai confronti pianificati eseguiti sui dati riassunti nella tabella n°10, è risultata essere statisticamente significativa la differenza tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,19} = 17,59$  ;  $p < .001$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} =$

37,76 ;  $p = .001$ ) e tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 7,69$  ;  $p = .01$ ).

*Tabella n°10 – Tempi di reazione generali*

Condizione	RT (ms)	Err.st.
Baseline	547,58	± 46,54
Deprivazione	577,28	± 44,32
Dep + Alc	600,54	± 48,12

*Grafico n°10 – Tempi di reazione generali*

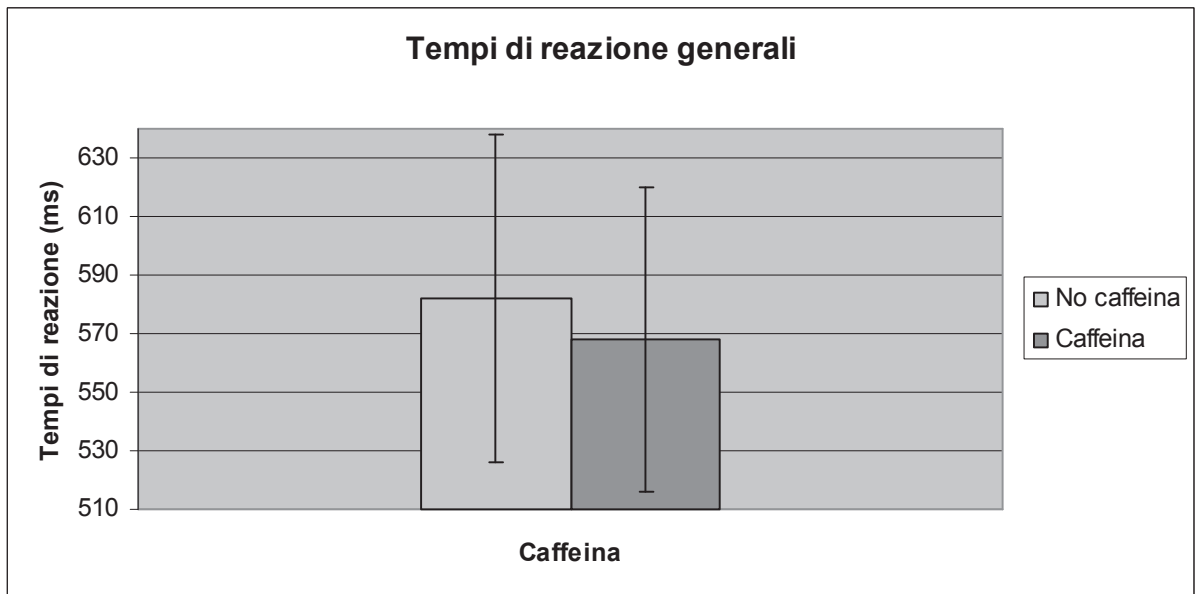


Relativamente ai tempi di reazione generali, dall'analisi dei dati è stato inoltre riscontrato un effetto generale della caffeina statisticamente significativo ( $F_{1,19} = 5,39$  ;  $p < .05$ ). I dati relativi a tale effetto sono riassunti nella tabella n°11 e rappresentati nel grafico n°11.

*Tabella n°11 – Tempi di reazione generali*

Caffeina	RT (ms)	Err.st.
Si	582,26	± 56,04
No	568,01	± 52,13

Grafico n°11 Tempi di reazione generali



I confronti pianificati hanno messo in evidenza un effetto significativo della caffeina ( $F_{1,19} = 5,86$  ;  $p < .02$ ) in Baseline [No caffeina = ms  $559,15 \pm 33,92$  – Caffeina = ms  $536 \pm 37,17$ ] ma nessun effetto nelle condizioni Deprivazione e Deprivazione + alcol.

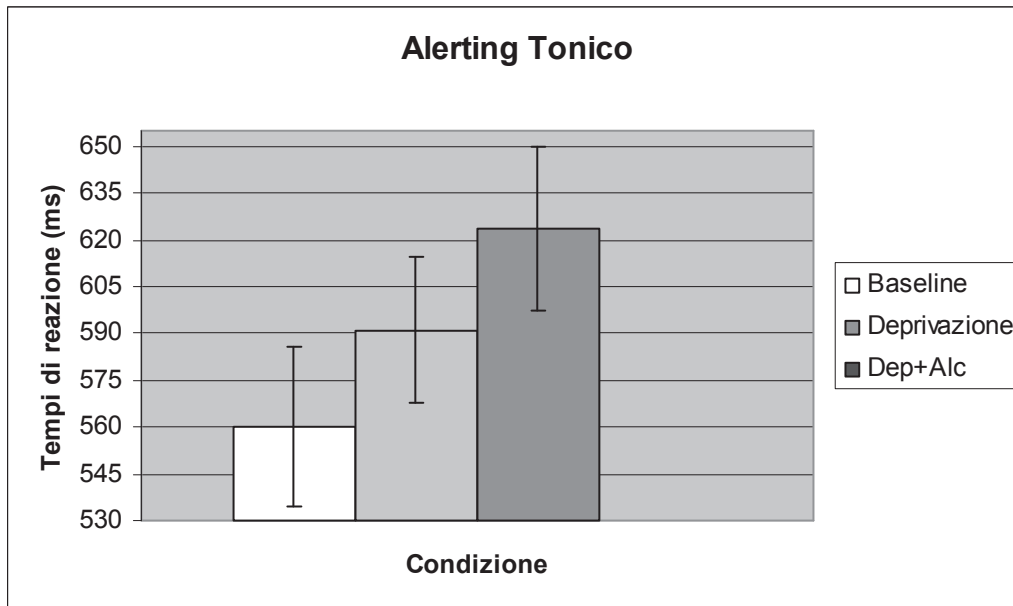
Per verificare lo stato di allerta è stata inoltre condotta, tenendo conto dei tempi di reazione delle sole prove No cue (tabella n°12), per l'Alerting tonico, una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Come si può osservare nel grafico n°12, è emerso un andamento simile a quello osservato per i tempi di reazione generali, ovvero una migliore reattività nella condizione Baseline che peggiora nella condizione Deprivazione per poi peggiorare ulteriormente nella condizione Deprivazione + alcol. Dai confronti pianificati è infatti emersa una differenza significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,19} = 12,9$  ;  $p < .05$ ), una differenza tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 45,34$  ;  $p < .001$ ) e una differenza tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 9,09$  ;  $p < .01$ ).



Tabella n°12 – Alerting tonico

Condizione	RT (ms)	Err.st.
Baseline	560,19	± 25,52
Deprivazione	591,21	± 23,39
Dep + Alc	623,69	± 26,26

Grafico n°12 – Alerting tonico

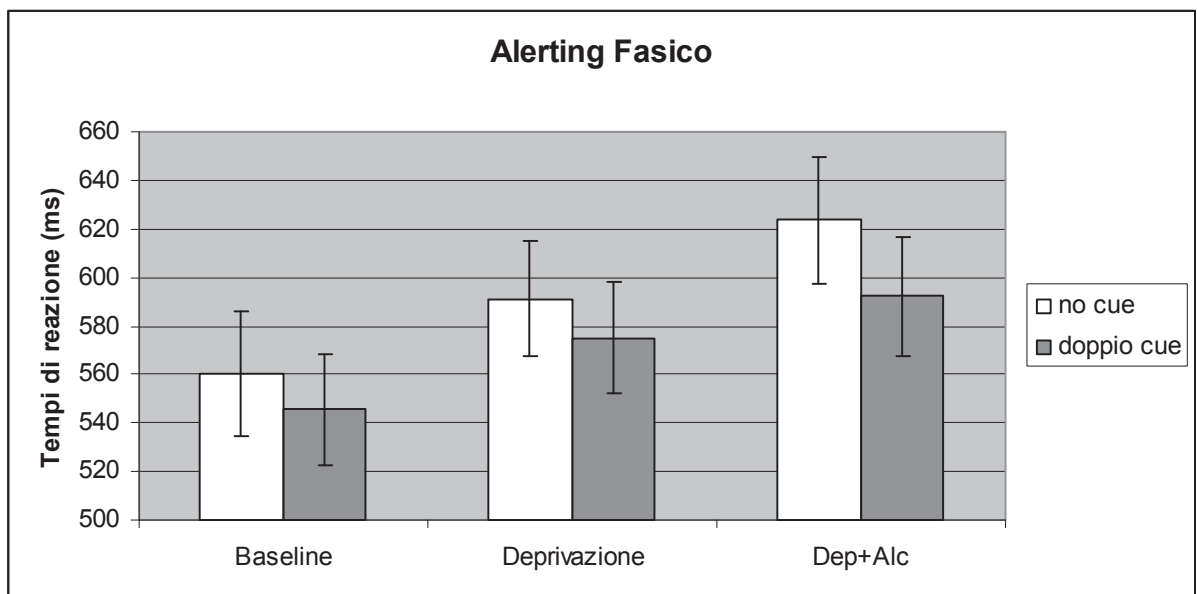


Per quanto riguarda questa componente attentiva è stato inoltre riscontrato un effetto generale della caffeina che tende alla significatività ( $F_{1,19} = 3,51$  ;  $p < .076$ ). Dai confronti pianificati è emerso un effetto significativo ( $F_{1,19} = 4,40$  ;  $p < .05$ ) della Caffeina in Baseline [No caffeina = ms  $572,89 \pm 20,74$  – Caffeina = ms  $547,49 \pm 19,17$ ] ma nessun effetto in Deprivazione e in Deprivazione + alcol. Per indagare il funzionamento della componente attentiva di Alerting fasico è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (No cue – Doppio cue) x 2 (Flanker Congruenti – Flanker Incongruenti). Come si può vedere dai dati riassunti nella tabella n°13, rappresentati nel grafico n°13, dai confronti pianificati è emersa una interazione statisticamente significativa ( $F_{1,19} = 12,02$  ;  $p < .05$ ) tra i livelli Baseline – Deprivazione + alcol e No cue – Doppio Cue. Inoltre è risultata una interazione che tende alla significatività ( $F_{1,19} = 4,02$  ;  $p < .059$ ) tra i livelli Deprivazione – Deprivazione + alcol e No cue – Doppio Cue.

Tabella n°13 – Alerting fasico

Condizione	Cue	RT (ms)	Err.st.
Baseline	No	560,19	± 25,52
Baseline	Doppio	545,43	± 23,15
Deprivazione	No	591,21	± 23,39
Deprivazione	Doppio	575,06	± 22,97
Dep + Alc	No	623	± 26,26
Dep + Alc	Doppio	592,2	± 24,47

Grafico n°13 – Alerting fasico (condizione x cue)



Dall'analisi dei dati è inoltre risultato un effetto della caffeina ( $F_{1,19} = 4,92$  ;  $p < .05$ ) che rispecchia la stessa direzione dell'effetto generale e nessuna interazione tra condizioni, caffeina e cue.

Per testare l'efficienza della componente attentiva di Orienting è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (Doppio cue – Cue Valido) x 2 (Flanker Congruenti – Flanker Incongruenti). L'analisi non ha evidenziato nessuna interazione statisticamente significativa tra condizioni e cue.

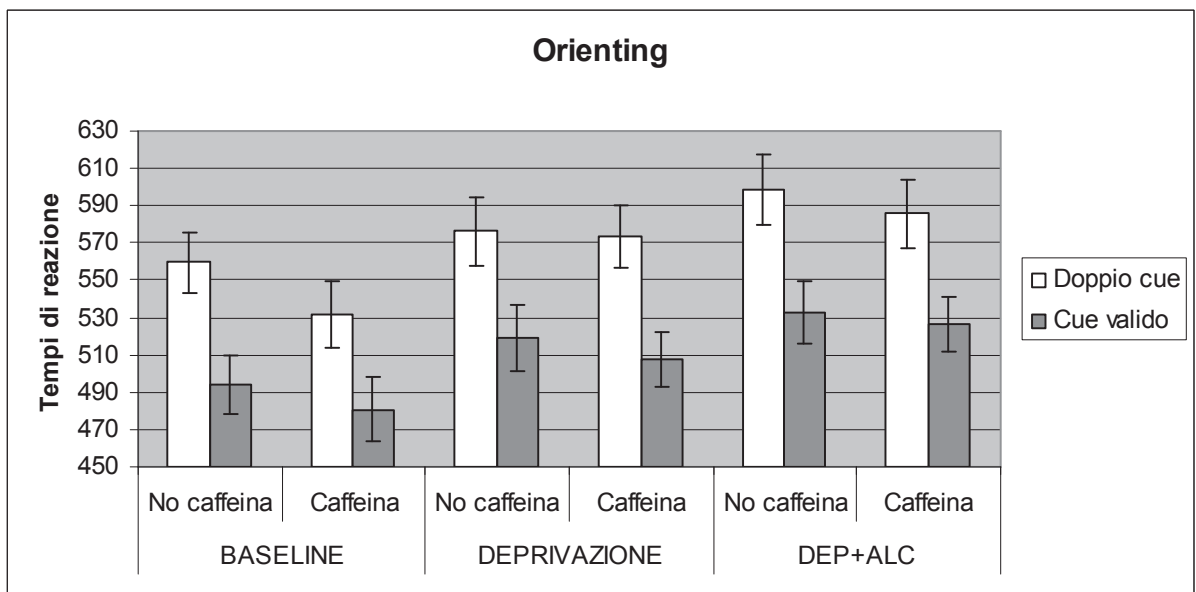
Come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°14 e rappresentati nel grafico n°14, l'analisi ha evidenziato un'interazione significativa ( $F_{2,38} = 5,43$  ;  $p < .01$ ) tra condizione, caffeina e cue. Da una analisi più approfondita, rivolta ad indagare le interazioni tra caffeina e cue all'interno dei singoli livelli della variabile condizione, si è osservata un'interazione statisticamente significativa ( $F_{1,19} = 11,32$

;  $p < .01$ ) tra caffeina e cue nella condizione Baseline e, contrariamente, nessuna interazione nei livelli Deprivazione e Deprivazione + alcol.

Tabella n°14 – Orienting

Condizione	Cue	Caffeina	RT (ms)	Err.st.
Baseline	Doppio	No	559,45	± 16,0
Baseline	Valido	No	494,22	± 15,91
Baseline	Doppio	Si	531,41	± 18,03
Baseline	Valido	Si	480,8	± 16,84
Deprivazione	Doppio	No	576,41	± 18,34
Deprivazione	Valido	No	518,85	± 17,75
Deprivazione	Doppio	Si	573,70	± 16,93
Deprivazione	Valido	Si	507,16	± 14,74
Dep + Alc	Doppio	No	598,65	± 18,57
Dep + Alc	Valido	No	532,46	± 16,65
Dep + Alc	Doppio	Si	585,75	± 18,25
Dep + Alc	Valido	Si	525,92	± 14,65

Grafico n°14 – Orienting (condizione x cue x flanke r)



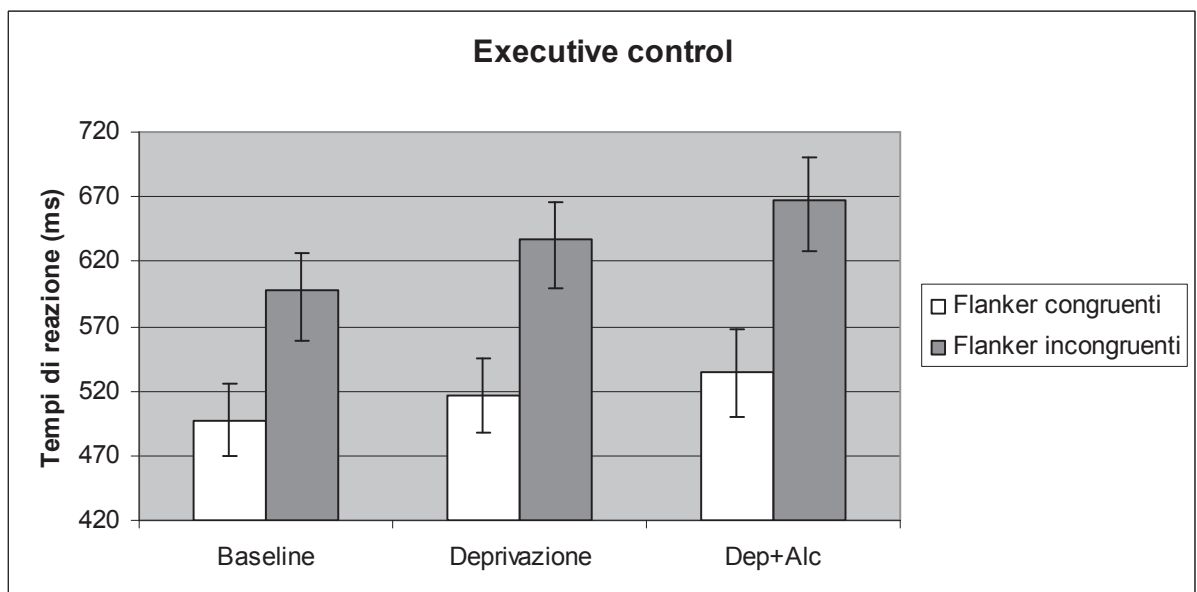
Per valutare il funzionamento della componente attentiva di Executive Control, è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Come si può osservare dai dati riportati nella tabella n°15, rappresentati nel grafico n°15,

dai confronti pianificati è emersa un'interazione significativa ( $F_{1,19} = 6,6$  ;  $p < .05$ ) tra i livelli Baseline – Deprivazione e Flanker congruenti – Flanker incongruenti e un'interazione significativa ( $F_{1,19} = 15,43$  ;  $p < .001$ ) tra i livelli Baseline – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti. A differenza non è risultata significativa l'interazione tra i livelli Deprivazione – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti.

Tabella n°15 – Executive control

Condizione	Flanker	RT (ms)	Err.st.
Baseline	Congruente	497,02	± 28,01
Baseline	Incongruente	598,13	± 39,84
Deprivazione	Congruente	516,94	± 28,77
Deprivazione	Incongruente	637,61	± 38,08
Dep + Alc	Congruente	533,93	± 33,78
Dep + Alc	Incongruente	667,16	± 39,64

Grafico n°15 Executive Control (condizione x flanker)



In relazione al questo network attentivo non sono risultate significative le interazioni tra condizioni, caffeina, flanker.

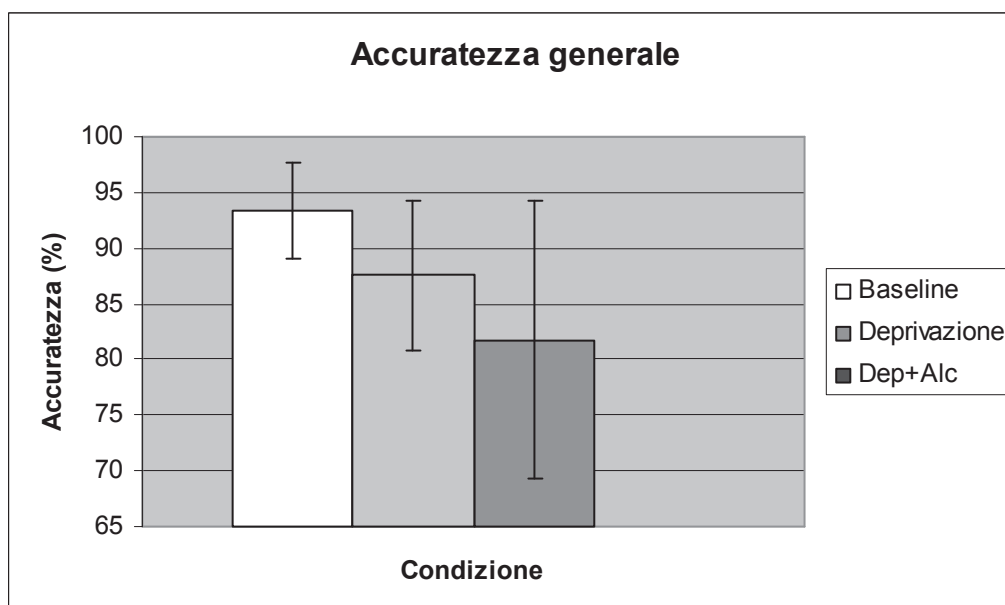
### 6.3.1.2 Accuratezza

Sui dati relativi ai livelli di accuratezza è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Com'è possibile osservare dai dati riassunti nella tabella n°16, rappresentati nel grafico n°16, dall'analisi è emerso un effetto della condizione. Infatti, dai confronti pianificati è risultata essere statisticamente significativa la differenza tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,19} = 30,68$  ;  $p < .001$ ), tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 19,87$  ;  $p = .001$ ) e tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 6,12$  ;  $p = .05$ ). Tale effetto mostra un decremento dell'accuratezza nella condizione Deprivazione rispetto alla Baseline e un più importante decremento nella condizione Deprivazione + alcol, rispetto alla condizione Deprivazione.

Tabella n°16 – Accuratezza generale

Condizione	Acc %	Err.st.
Baseline	93,43	± 4,29
Deprivazione	87,58	± 6,71
Dep + Alc	81,77	± 12,44

Grafico n°16 – Accuratezza generale

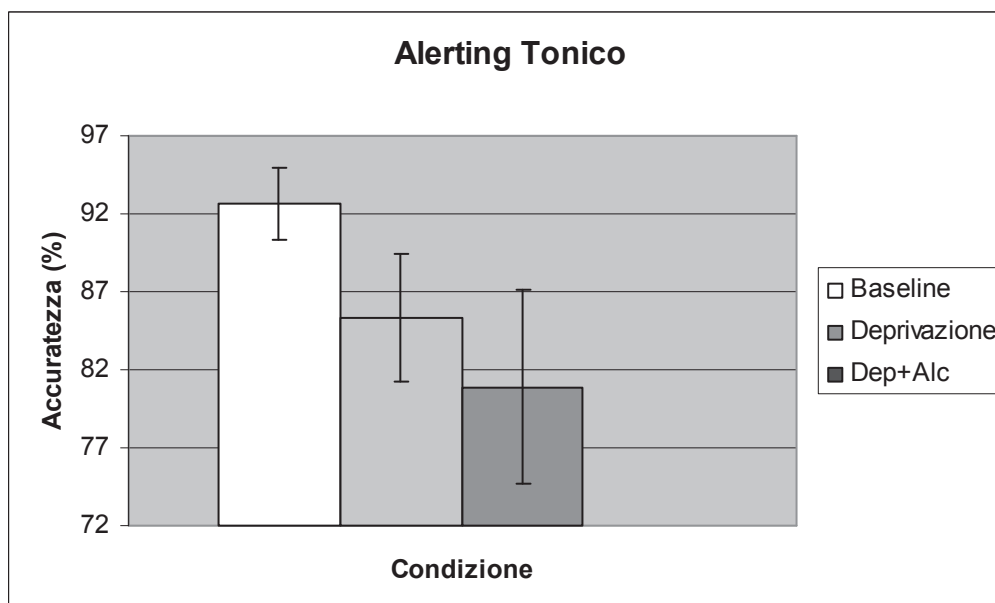


Inoltre, per quanto concerne l'accuratezza generale, i confronti pianificati non hanno evidenziato nessun effetto della caffeina per nessuna delle tre condizioni. Per testare l'accuratezza in relazione allo stato di allerta generale è stata inoltre condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti) tenendo in considerazione solo i dati delle prove No cue (Alerting tonico), riassunti nella tabella n°17. Come si può osservare nel grafico n°17, è emerso un effetto della condizione simile quello osservato per l'accuratezza generale, ovvero una migliore accuratezza nella condizione Baseline che peggiora nella condizione Deprivazione per poi peggiorare ulteriormente nella condizione Deprivazione più Alcol, anche se non in modo statisticamente significativo. Dai confronti pianificati è infatti emersa una differenza significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione ( $F_{1,19} = 21,06$  ;  $p < .001$ ), una differenza significativa tra la condizione Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 18,98$  ;  $p < .001$ ), ma nessuna differenza significativa tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol.

Tabella n°17 – Alerting tonico

Condizione	Acc %	Err.st.
Baseline	92,66	± 2,31
Deprivazione	85,36	± 4,08
Dep + Alc	80,88	± 6,22

Grafico n°17 – Alerting tonico



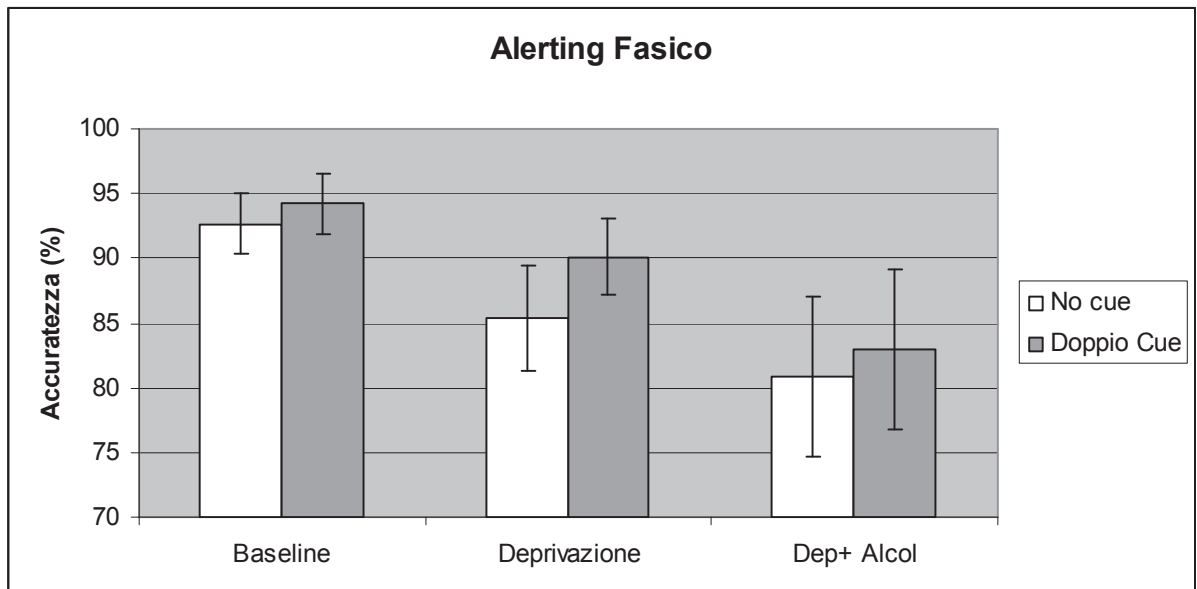
Relativamente a questa componente attentiva non sono emersi effetti significativi né della caffeina né tantomeno l'interazioni tra condizioni e caffeina.

Per testare l'accuratezza in riferimento alla componente di Alerting fasico è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (No cue – Doppio cue) x 2 (Flanker Congruenti – Flanker Incongruenti). Come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°18, rappresentati nel grafico n°18, i confronti pianificati hanno evidenziato un'interazione significativa tra Baseline – Deprivazione e No cue – Doppio cue.

*Tabella n°18 – Alerting fasico*

Condizione	Cue	Acc %	Err.st.
Baseline	No cue	92,65	± 2,3
Baseline	Doppio Cue	94,22	± 2,29
Deprivazione	No cue	85,36	± 4,08
Deprivazione	Doppio Cue	90,11	± 2,97
Dep + Alc	No cue	80,88	± 6,22
Dep + Alc	Doppio Cue	82,92	± 7,01

*Grafico n°18 – Alerting fasico (condizione x cue)*



Sempre in relazione alla componente di Alerting fasico non è risultata nessuna interazione significativa tra condizioni, caffeina e cue.

Per testare l'accuratezza in riferimento alla componente di Orienting è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 2 (Doppio cue – Cue Valido) x 2 (Flanker Congruenti – Flanker Incongruenti). L'analisi non ha evidenziato nessuna interazione statisticamente significativa tra condizioni e cue e nessuna interazione significativa tra condizioni, caffeina e cue.

Per indagare l'accuratezza relativa alla componente attentiva di Executive Control è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Dai confronti pianificati, come è possibile osservare dai dati riassunti nella tabella n°19 e rappresentati nel grafico n°19, è emersa un'interazione significativa ( $F_{1,19} = 11,44$  ;  $p < .01$ ) tra i livelli Baseline – Deprivazione e Flanker congruenti – Flanker incongruenti; un'interazione significativa ( $F_{1,19} = 15,54$  ;  $p < .001$ ) tra i livelli Deprivazione – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti e un'interazione significativa ( $F_{1,19} = 29,46$  ;  $p < .001$ ) tra i livelli Baseline – Deprivazione + alcol e Flanker congruenti – Flanker incongruenti.

Grafico n°19 – Executive control (condizione x flanker)

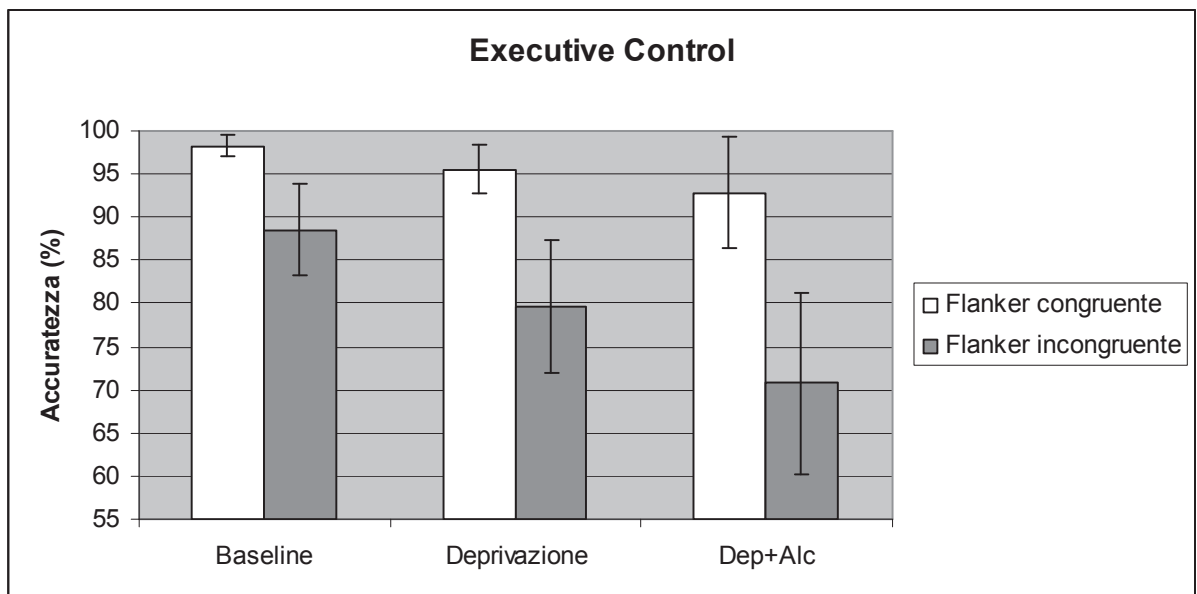




Tabella n°19 – Executive control

Condizione	Flanker	Acc %	Err.st.
Baseline	Congruente	98,3	± 1,33
Baseline	Incongruente	88,57	± 5,24
Deprivazione	Congruente	95,58	± 2,86
Deprivazione	Incongruente	79,57	± 7,71
Dep + Alc	Congruente	92,82	± 6,47
Dep + Alc	Incongruente	70,73	± 10,45

Per quanto concerne questo network attentivo, non è emerso alcun effetto della caffeina e nessuna interazione tra condizioni, caffeina e flanker.

### 6.3.2 Stop Signal Task

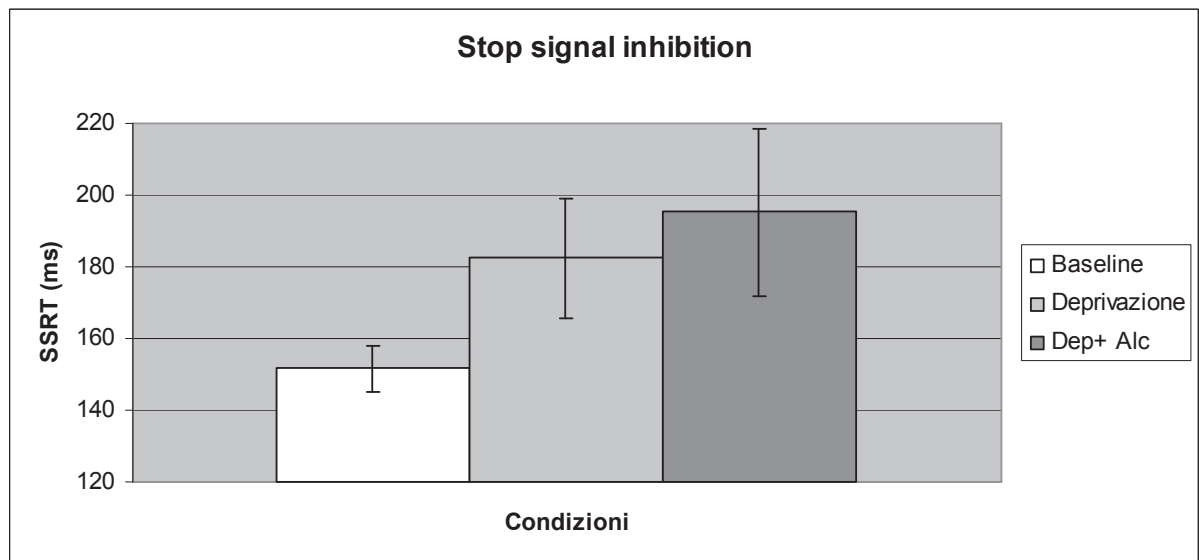
Da un'analisi preliminare dei raccolti mediante lo Stop Signal Task è risultato che uno dei soggetti ha risposto indiscriminatamente a tutte le prove di tutti i trial senza mai inibire la risposta quando previsto, pertanto, non avendo raggiunto una media di inibizione pari a circa il 50%, condizione ritenuta necessaria da Logan (Logan *et al.*, 1997), è stato scartato ed escluso dalle analisi dei dati.

Per quanto riguarda la stima della latenza al processo di inibizione è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina) sui dati riassunti nella tabella n°20, relativi allo Stop Signal Reaction Time. I confronti pianificati hanno messo in evidenza come la condizione Baseline differisca in maniera significativa sia dalla condizione Deprivazione ( $F_{1,18} = 8,99$  ;  $p < .01$ ) che dalla condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,18} = 8,49$  ;  $p < .01$ ). Non è invece risultata significativa la differenza tra Deprivazione e Deprivazione + alcol.

Tabella n°20 – Stop signal inhibition

Condizione	SSRT (ms)	Err.st.
Baseline	151,61	± 6,26
Deprivazione	182,36	± 16,53
Dep + Alc	195,18	± 23,32

Grafico n°20 – Stop signal inhibition



In relazione a questa specifica componente delle funzioni esecutive, dall'analisi dei dati è inoltre emerso un effetto significativo ( $F_{1,18} = 6,37$  ;  $p < .05$ ) della caffeina. Tale effetto è visibile dai dati riassunti nella tabella n°21, rappresentati nel grafico n°21. I confronti pianificati hanno inoltre messo in evidenza un effetto significativo ( $F_{1,18} = 5,63$  ;  $p < .05$ ) della caffeina nella condizione Deprivazione [No caffeina = 198,43 ms – Caffeina = 166,28 ms] e un effetto della caffeina che tende alla significatività ( $F_{1,18} = 3,81$  ;  $p < .066$ ) nella condizione Deprivazione + alcol [No caffeina = 216,83 ms – Caffeina = 173,52 ms]. Tali effetti sono rappresentati graficamente nel grafico n°22. L'analisi non ha invece mostrato nessun effetto della caffeina nella condizione Baseline.

Tabella n°21 – Stop signal inhibition

Caffeina	SSRT (ms)	Err.st.
Si	188,94	± 18,22
No	163,82	± 18,22

Grafico n°21 – Stop signal inhibition

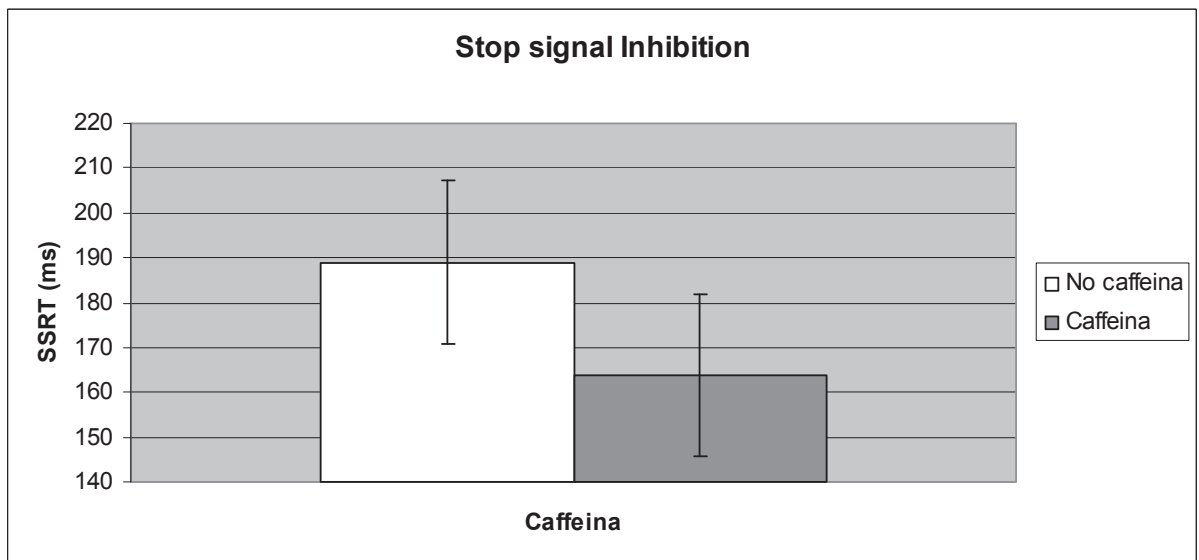
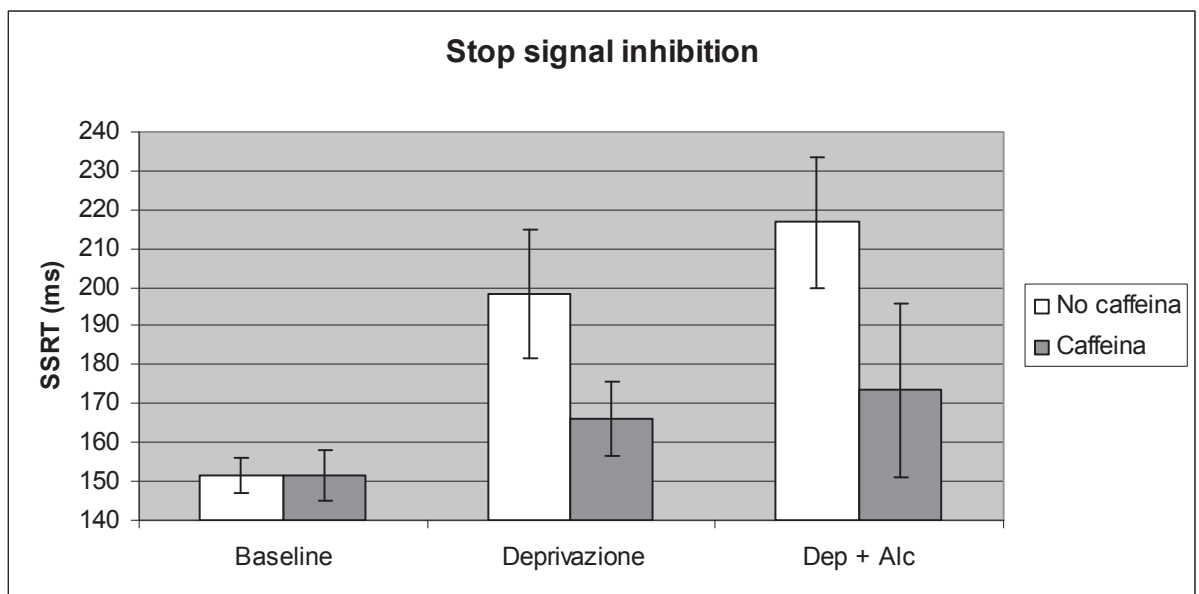


Grafico n°22 – Stop signal inhibition (condizione x caffeina)



### 6.3.3 Dati soggettivi

I dati soggettivi raccolti attraverso la Global Vigor – Affect Scale, secondo le indicazioni precisate da Monk (1989), sono stati utilizzati per calcolare le stime del vigore e dell'umore rispettivamente attraverso le formule  $[(300 + \text{val.1} - \text{val.4} - \text{val.6} - \text{val.8})/4]$  e  $[200 + \text{val.5} + \text{val.7} - \text{val.2} - \text{val.3})/4]$ .

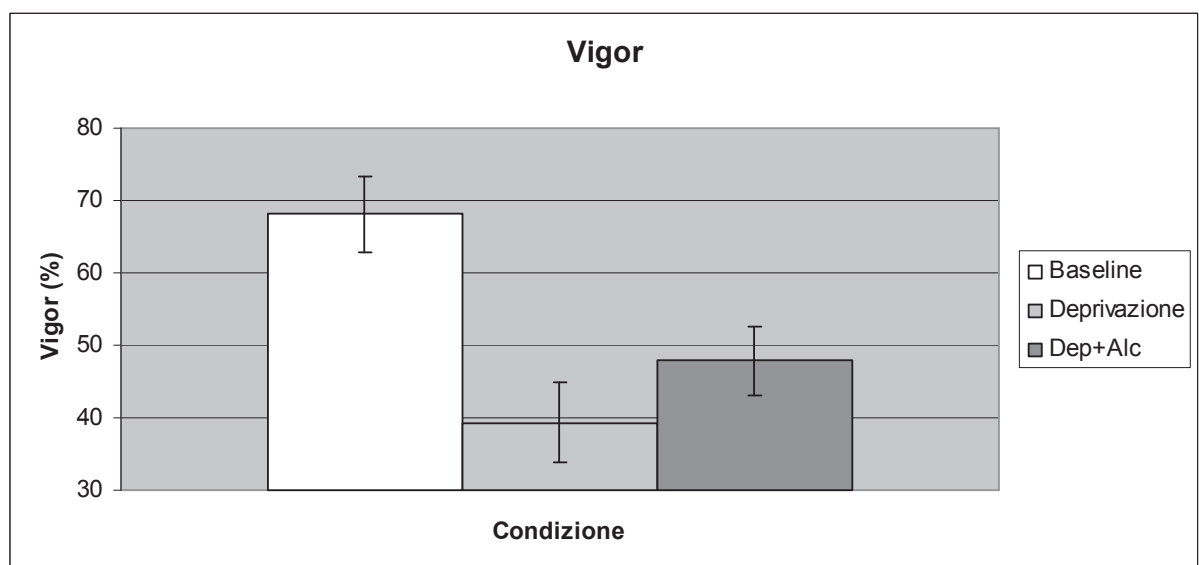
I dati relativi alla scala dell' Affect sono stati analizzati attraverso una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina). Le analisi non hanno messo in evidenza nessun effetto significativo della condizione, nessun effetto della caffeina e nessuna interazione tra condizioni e caffeina.

I dati relativi alla scala della Vigor, riassunti nella tabella n°22, sono stati analizzati attraverso una ANOVA a misure ripetute 3 (Baseline – Deprivazione – Deprivazione + alcol) x 2 (Caffeina – No Caffeina). Come si può osservare nel grafico n°23, le analisi hanno evidenziato un effetto significativo della condizione che indica maggiori livelli di vigore percepito nella condizione Baseline che decrescono significativamente nella condizione Deprivazione ( $F_{1,19} = 23,49$  ;  $p < .001$ ) e nella condizione Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 20,15$  ;  $p < .001$ ). È risultata inoltre essere significativa la differenza tra Deprivazione e Deprivazione + alcol ( $F_{1,19} = 4,84$  ;  $p < .05$ ), differenza che riflette maggiori valori di vigore percepito nella condizione Deprivazione + alcol.

Tabella n°22 – Vigor

Condizione	Vigor %	Err.st.
Baseline	68,15	± 5,27
Deprivazione	39,34	± 5,56
Dep + Alc	47,83	± 4,84

Grafico n°23 – Vigor

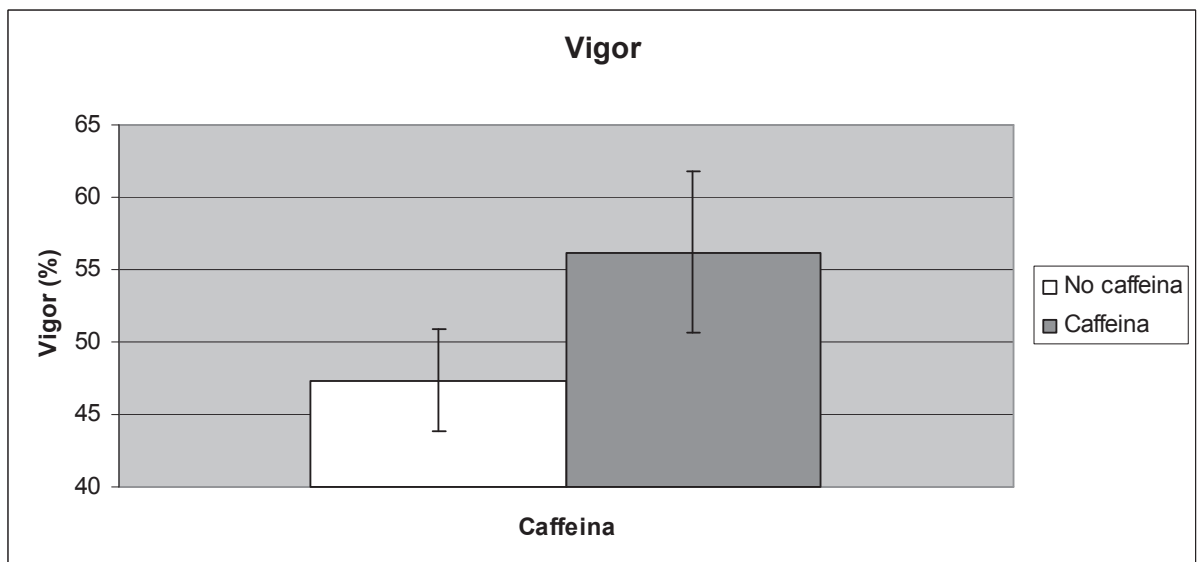


Sempre in relazione alla scala della vigor, come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°23 e rappresentati nel grafico n°24 , l'analisi ha mostrato un effetto statisticamente significativo della caffeina ( $F_{1,19} = 12,48$ ;  $p < .005$ ). A differenza non è emersa nessuna interazione significativa tra condizioni e caffeina.

Tabella n°23 – Vigor

Caffeina	Vigor (%)	Err.st.
Si	47,36	± 3,56
No	56,19	± 5,55

Grafico n°24 - Vigor



Per quanto concerne i dati soggettivi, raccolti attraverso la somministrazione della Stanford Sleepiness Scale, l'analisi dei dati riassunti nella tabella n°24, svolta attraverso il test di Friedman, come si può osservare nel grafico n°25, ha messo in evidenza delle differenze significative tra le condizioni ( $\chi^2 = 39,77$ ;  $p < .001$ ).

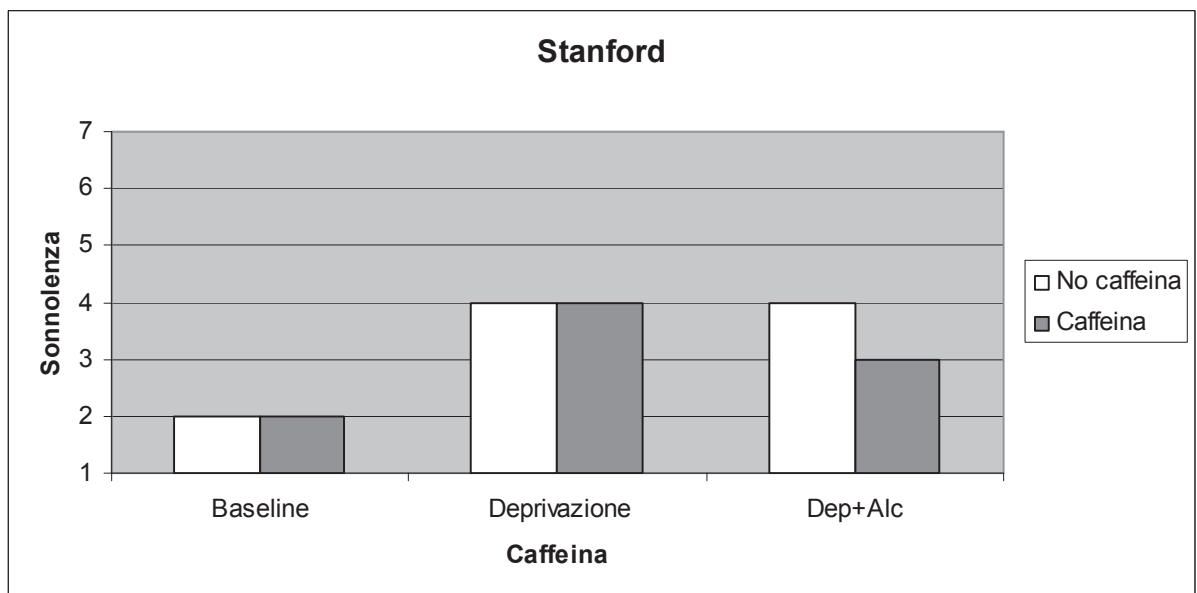
L'analisi delle differenze tra le condizioni a coppie, eseguita con il test di Wilcoxon, ha messo in risalto una differenza significativa tra Baseline e Deprivazione ( $W = 2,48$ ;  $p < .01$ ) e una differenza significativa tra la condizioni Baseline e la condizione Deprivazione + alcol ( $W = 3,38$ ;  $p < .001$ ). Contrariamente, non è risultata significativa la differenza tra la condizione Deprivazione e la condizione Deprivazione + alcol.

Relativamente agli effetti della caffeina sul livello di sonnolenza percepito si è osservato un effetto in Baseline ( $W = 2,34$ ;  $p < .05$ ) e contrariamente nessun effetto nelle condizioni Deprivazione e Deprivazione + alcol.

Tabella n°24 – Stanford

Condizione	Caffeina	Mediana
Baseline	No caffeina	2
Baseline	Caffeina	2
Deprivazione	No caffeina	4
Deprivazione	Caffeina	4
Dep + Alc	No caffeina	4
Dep + Alc	Caffeina	3

Grafico 25 – Stanford (condizione x caffeina)



#### 6.4 Discussione

Il presente esperimento è stato condotto con l'obiettivo di valutare gli effetti di una deprivazione totale di sonno e di una deprivazione totale di sonno associata al consumo di alcolici sulle componenti attentive postulate nel modello di Posner (Posner e Raichle, 1994) e sulla capacità di inibire una risposta dominante così come descritta da Logan (Logan e Cowan, 1984). Considerati i risultati riscontrati nel primo esperimento del presente lavoro si è ipotizzato che, in questo caso, una deprivazione totale di sonno potesse comportare un aumento significativo dei

tempi di reazione, una sensibile diminuzione del livello di accuratezza, un effetto negativo sul funzionamento dei tre network attentivi e sulla particolare funzione esecutiva responsabile dell'inibizione di una risposta dominante. Si è inoltre ipotizzato che la privazione di sonno associata al consumo di alcolici (BAC riscontrato pari a circa 0,5 g/L) potesse causare un effetto qualitativamente uguale e quantitativamente superiore. Oltre a questo si è ipotizzato che l'alcol, associato alla privazione di sonno, potesse alterare la percezione soggettiva del livello di vigore, di umore e della sonnolenza percepita e che quindi, a fronte degli oggettivi peggioramenti nella prestazione cognitiva, non corrispondesse una consapevolezza soggettiva.

Infine, si è ipotizzato che l'assunzione di una quantità di caffeina circa pari a quella comunemente assunta con un caffè, o qualche bicchiere di the o cola, potesse essere un'efficace contromisura per contrastare gli effetti della sola privazione di sonno e di quest'ultimo fattore associato al consumo di alcolici.

In accordo con quanto trovato da altri autori (Jugovac e Cavallero, 2012) (Muto *et al.*, 2012) (Martella *et al.* 2011) (Casagrande *et al.*, 2006), come ipotizzato, è stato osservato un rallentamento dei tempi di reazione generali causato dalla sola privazione di sonno. Dai risultati è emerso che, in generale, sia la privazione di sonno che la privazione di sonno associata al consumo di alcolici sembrano comportare un peggioramento della reattività e dell'accuratezza ed inoltre sembrerebbe che l'alcol, in soggetti già privati di sonno, comporti un ulteriore peggioramento. Relativamente all'utilizzo della caffeina come potenziale contromisura, dai risultati sembrerebbe che l'assunzione di una bassa quantità di questa sostanza non sia efficace per contrastare gli effetti della privazione di sonno e della privazione di sonno associata ad un modesto tasso alcolemico, sulla reattività e sull'accuratezza generale. Detto in altre parole sembrerebbe che la caffeina, in situazioni di privazione e di privazione associata al consumo di alcolici non renda i soggetti maggiormente responsivi e non influenzi il numero di errori commessi. Questo risultato sembra essere in disaccordo con quanto trovato da altri autori (Penetar *et al.*, 1993) (Patat *et al.*, 2000) (Lagarde *et al.*, 2000) (Wesenstes *et al.*, 2005) in relazione alla sola privazione; anche se bisogna necessariamente considerare che la quantità di caffeina somministrata da questi ricercatori era superiore.

Anche per quanto riguarda lo stato di allerta, in accordo con le ipotesi, i risultati evidenziano un andamento qualitativamente uguale a quello osservato riguardo alla reattività generale, con l'unica eccezione che l'alcol, in soggetti privati di sonno, non sembra comportare un ulteriore peggioramento dell'accuratezza rispetto a quello già causato dalla sola privazione. Inoltre, anche in questo caso sembrerebbe che l'assunzione di caffeina non rappresenti una contromisura efficace.

In riferimento alla componente attentiva di Alerting Fasico, ovvero al beneficio indotto da un cue sullo stato di allerta, in disaccordo con quanto ipotizzato, così come riscontrato da Jugovac e Cavallero (2012) sembrerebbe che la privazione di sonno non determini un peggior funzionamento di questo aspetto dell'attenzione in termini di reattività. Il risultato più sorprendente è che la privazione, in questo specifico caso, abbia invece determinato addirittura un modesto miglioramento in termini di accuratezza. Detto in altri termini, contro intuitivamente e in disaccordo con quanto ipotizzato, trascorrere una notte insonne ha determinato, in questo specifico caso, nessun peggioramento della reattività e un numero lievemente inferiore di errori commessi.

Un ulteriore risultato contro intuitivo, anche questo in disaccordo con quanto ipotizzato, è che dai risultati sembrerebbe che l'alcol (BAC ~ 0,5 g/L), in soggetti privati, abbia in questo caso determinato, in termini di reattività, un miglioramento di questa componente attentiva piuttosto che un peggioramento. Inoltre, ancora una volta in disaccordo quanto ipotizzato, la caffeina non sembra comportare dei miglioramenti, né in termini di reattività né in termini di accuratezza, nel funzionamento di questo aspetto dell'attenzione.

Per quanto concerne il network attentivo deputato all'orientamento dell'attenzione, anche in questo caso in disaccordo con quanto ipotizzato e in accordo con Jugovac e Cavallero (2012), i risultati sembrano suggerire che la privazione di sonno non sembra influenzare il funzionamento di questa componente attentiva; così come non sembra influenzarlo la privazione di sonno associata al consumo di alcolici. Un aspetto singolare, anche in questo caso contro intuitivo e che merita di essere ulteriormente approfondito è che, dai risultati, così come riscontrato da Brunyé e colleghi (2010a) sembrerebbe che la caffeina, pur non avendo effetti sull'accuratezza, peggiori la reattività nell'orientamento dell'attenzione in



condizioni normali, ovvero in assenza di deprivazione e di deprivazione associata al consumo di alcol.

In riferimento alla componente di Executive Control, in accordo con Jugovac e Cavallero (2012), così come ipotizzato, sembrerebbe che nelle situazioni in cui è necessaria la risoluzione di un conflitto cognitivo, la deprivazione di sonno peggiori la reattività. Tuttavia, in disaccordo con le ipotesi, sembrerebbe che l'associazione tra questo fattore ed il consumo di alcolici non comporti un ulteriore peggioramento rispetto a quello già causato dalla sola deprivazione. Il dato interessante, in questo specifico caso, riguarda l'accuratezza. Sembrerebbe infatti che, nelle situazioni dove è necessario elaborare stimoli contrastanti fra loro, la deprivazione di sonno aumenti i tempi di reazione e la percentuale di errori commessi e che quando associata al consumo di alcolici, benché non determini un ulteriore aumento dei tempi di reazione, causi un ulteriore aumento del numero di errori commessi. In altre parole sembrerebbe che in una situazione di deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici, rispetto ad una sola deprivazione di sonno, i soggetti non siano meno reattivi ma commettano più errori. Anche per quanto riguarda questo network attentivo sembrerebbe che la caffeina non abbia alcun effetto degno di nota.

A differenza, in riferimento ad un'altra funzione esecutiva, ovvero in riferimento alla capacità di inibire una risposta dominante, i risultati, in accordo con quanto ipotizzato, sembrano suggerire che la deprivazione di sonno determini una peggiore capacità di inibizione, che rimane tuttavia invariata e quindi non peggiora ulteriormente quando ad essa viene associato un modesto consumo di alcolici. Riguardo a questa specifica funzione esecutiva è inoltre emerso un risultato singolare. La caffeina sembra infatti non migliorare la capacità di inibizione in condizioni "normali", ovvero in assenza di deprivazione di sonno e senza consumo di alcolici. Viceversa, l'assunzione di questa sostanza sembra essere una contromisura efficace per contrastare i deficit nella capacità di inibizione indotti dalla deprivazione e dalla deprivazione associata al consumo di alcolici. In altri termini sembrerebbe che la caffeina, se assunta in condizioni normali, quindi dopo una regolare notte di sonno e senza aver consumato alcolici, non abbia particolari effetti sulla capacità di inibire una risposta dominante e che, viceversa, se assunta dopo una notte totalmente insonne o dopo una notte totalmente insonne

concomitante ad un modesto tasso alcolemico, sembra migliorare il funzionamento di questa funzione esecutiva.

Per quanto concerne i dati soggettivi ed in particolare il livello di sonnolenza percepito, si è osservato, senza alcuna sorpresa, che sia la deprivazione di sonno che la deprivazione di sonno associata al consumo di alcolici sembrano determinare un maggiore senso di sonnolenza. Contrariamente a quanto ipotizzato l'alcol, in soggetti deprivati, non sembrerebbe alterare la percezione soggettiva della sonnolenza.

A differenza, in riferimento ai livelli di vigore percepito i risultati hanno evidenziato un aspetto singolare degno di attenzione, che offre la possibilità di formulare delle considerazioni interessanti. Infatti, mentre la sola deprivazione di sonno non sembra alterare la percezione soggettiva dei soggetti, l'alcol, in associazione con la deprivazione, sembra alterarla. I risultati sembrano infatti suggerire che, in questo particolare caso, i soggetti deprivati di sonno che avevano consumato alcolici sono stati portati a sovrastimare la loro condizione fisica che, effettivamente, non sembra coerente con il funzionamento oggettivo di alcune delle componenti cognitive testate. In altre parole, così come ipotizzato, sembrerebbe che trascorrere una notte totalmente insonne e avere in concomitanza un moderato tasso alcolemico alteri la percezione soggettiva dello stato di vigore. Contrariamente, in disaccordo con le ipotesi, questa combinazione di fattori non sembra influenzare la percezione soggettiva dell'umore.

## **7. EFFETTI DEL CONSUMO DI ALCOL SULL'ATTENZIONE E SULL'INIBIZIONE: L'ASSUNZIONE DI CAFFEINA COME CONTROMISURA.**

### **7.1 Introduzione**

La caffeina è senza alcun dubbio una delle sostanze psicostimolanti più consumate al mondo, contenuta naturalmente in diverse bevande e in diversi cibi. Questa sostanza è stata largamente studiata, anche in ambito militare, e i suoi effetti positivi sulla vigilanza e lo stato di allerta sono ormai risaputi e largamente accettati dalla comunità scientifica (IOM, 2001). Come già sottolineato più volte nel presente lavoro, proprio per i suoi effetti psicostimolanti, questa sostanza è stata considerata come contromisura per contrastare il temporaneo decadimento delle prestazioni indotto da i più disparati fattori, tra i quali deprivazione di sonno e consumo di alcolici, in diversi compiti, tra i quali la prestazione di guida e i sottostanti processi cognitivi.

#### **7.1.1 Studi sulla prestazione di guida**

Contrariamente a quanto avvenuto per la sonnolenza indotta dalla deprivazione di sonno, pochi studi si sono occupati di valutare la caffeina come potenziale soluzione per contrastare il decadimento della prestazione di guida indotto dal consumo di alcolici.

Uno di essi si è posto l'obiettivo di indagare se due diverse concentrazioni di questa sostanza (200 – 400 mg) fossero in grado di contrastare l'effetto indotto da un tasso alcolemico di circa 0,8 g/L (0,6 gr/kg corporeo) su alcune prestazioni, tra cui il comportamento di guida. Tali autori hanno trovato che entrambe le dosi di caffeina somministrate sembrano contrastare il rallentamento del tempo di latenza della frenata, ma non contrastare completamente gli effetti dell'alcol sulla prestazione al simulatore di guida (Liguori e Robinson, 2001).

Altri autori (Howland *et al.*, 2011), nel valutare le differenze tra bevande alcoliche contenenti caffeina e quelle tradizionali, sono invece giunti alla conclusione che l'aggiunta di caffeina all'alcol non sembra migliorare la prestazione di guida.

### **7.1.2 Studi della caffeina sulle funzioni cognitive**

Probabilmente grazie al crescente consumo di energy drink riscontrato negli ultimi anni, sia singolarmente che in combinazione con diversi tipi di alcolici, numerosi ricercatori hanno orientato il proprio interesse scientifico sullo studio dei singoli effetti di queste sostanze e della loro interazione sul sistema cognitivo.

I dati presenti in letteratura non offrono tuttavia risultati chiari e spesso sono contrastanti tra loro, ad esempio Marczinski e colleghi (2011), contrariamente a Ferreira e colleghi (2006), hanno trovato che gli energy drink sembrano antagonizzare gli effetti negativi dell'alcol sui tempi di reazione.

Alford, Hamilton - Morris e Vester (2012) hanno riscontrato migliori prestazioni in uno Stroop test in soggetti che avevano assunto dell'alcol in combinazione con un energy drink, contenente 80 mg di caffeina, rispetto alle prestazioni osservate in soggetti che avevano assunto dell'alcol in combinazione con un placebo.

A differenza, Marczinski e colleghi (2012) non hanno osservato nessun effetto positivo di un energy drink assunto in concomitanza con dell'alcol sul processamento delle informazioni.

Meno recentemente, prima che l'attenzione scientifica di gran parte dei ricercatori fosse catturata dagli emergenti energy drink, altri autori si sono occupati di studiare l'interazione tra caffeina e alcol sul sistema cognitivo ma, anche in questo caso, i risultati presenti in letteratura sono ampiamente contrastanti. Hasenfratz e colleghi (1993) hanno ad esempio trovato che questa sostanza (3,3 mg/kg corporeo) sembra in grado di compensare gli effetti debilitanti causati dall'alcol (0,7 g/kg corporeo) nel processamento delle informazioni. Tuttavia altri autori sottolineano che l'aspettativa relativa all'effetto di questa sostanza sembra avere un peso importante nell'esecuzione della prestazione (Fillmore *et al.*, 1994) (Fillmore *et al.*, 2002).

Contrariamente, Osborne e colleghi (1983) hanno trovato che la caffeina (150 mg) sembra potenziare gli effetti negativi dell'alcol (Vodka a 65° - 2,2 ml/kg corporeo) sui tempi di reazione, piuttosto che attenuarli.

A differenza Drake e colleghi (2003), nel valutare se diverse dosi di caffeina (150 – 300 mg) fossero in grado di contrastare gli effetti sedativi e gli effetti negativi sul funzionamento cognitivo indotti dall'alcol, hanno riscontrato effetti positivi già per la

dose più bassa ed hanno concluso che la caffeina può rappresentare una valida contromisura per contrastare alcuni degli effetti avversi indotti dall'alcol.

Come si può facilmente evincere da quanto riportato fino ad ora, il background teorico presente in letteratura non offre dei risultati coerenti che permettano di trarre delle conclusioni universalmente accettate.

In accordo con quanto sostenuto da Marczinski e colleghi (2012) le ragioni di queste incongruenze non sono chiare ma potrebbero dipendere dalla natura specifica dei processi cognitivi e comportamentali studiati. Un'altra possibile spiegazione è che i risultati contrastanti possano essere imputabili alle differenze tra i vari protocolli sperimentali, ovvero alle diverse concentrazioni di caffeina e alcol somministrate, al tipo di caffeina (normale o lento rilascio), all'orario di somministrazione ed in fine ai diversi tipi di test utilizzati per valutare le prestazioni.

Il presente esperimento si pone un obiettivo specifico, ovvero quello di indagare gli effetti dell'assunzione di alcol, durante l'orario dell'aperitivo serale (19:00 – 20:00), e della consapevole assunzione di caffeina quale contromisura, sul funzionamento del sistema attentivo così come descritto da Posner (Posner e Raichle, 1994) e sul funzionamento della specifica funzione esecutiva responsabile dell'inibizione di una risposta dominante, così come descritta da Logan e Cowan (1984a).

In riferimento al modello di attenzione di Posner e Raichle (1994), in letteratura sono stati riscontrati solo studi che hanno considerato gli effetti della caffeina in condizioni "normali", ovvero in soggetti che non avevano consumato alcolici. Tali studi mettono in evidenza come 400 mg di questa sostanza sembrano poter influenzare in maniera selettiva il funzionamento dei tre network attentivi, causando un miglior funzionamento dell'Alerting e dell'Executive control (Brunyé *et al.*, 2010a) (Brunyé *et al.*, 2010b) e viceversa un peggior funzionamento nella componente deputata all'orientamento dell'Attenzione (Brunyé *et al.*, 2010a).

In merito alla capacità di inibire una risposta dominante, Marczinski e Fillmore (2003a) (2006) si sono occupati di studiare l'effetto combinato di 4 milligrammi di caffeina e 0,65 grammi di alcol per kilogrammo corporeo trovando che la caffeina, pur contrastando gli effetti negativi indotti dall'alcol sull'attivazione di una risposta, non sembra rappresentare una contromisura efficace nel compito di inibizione.

Nel presente esperimento si ipotizza che consumare delle bevande alcoliche possa comportare un rallentamento dei tempi di reazione e dell'accuratezza generale, che possa determinare un effetto negativo sul funzionamento dell'Alerting, dell'Orienting e dell'Executive control e che inoltre possa determinare una peggiore capacità di inibire una risposta dominante. Inoltre si ipotizza che l'assunzione di alcol alteri la percezione soggettiva del livello di vigore e di umore e che quindi, a fronte dei peggioramenti ipotizzati, i soggetti non ne siano consapevoli.

Oltre a ciò si ipotizza che, assumere una quantità di caffeina circa pari a quella contenuta in un caffè o in qualche bicchiere di the o cola, possa rappresentare una contromisura in grado di contrastare i peggioramenti indotti dall'assunzione di alcol.

In questo esperimento si è scelto di riprodurre un contesto realistico nel quale dei soggetti che si trovano nella particolare condizione di aver consumato bevande alcoliche scelgono consapevolmente di assumere della caffeina per contrastare gli effetti dell'alcol. Pertanto, non è possibile valutare se l'eventuale effetto è legato alle proprietà farmacodinamiche della sostanza o è un effetto placebo dovuto all'idea di aver assunto una sostanza dai risaputi effetti psicostimolanti; così come non è possibile valutare se il potenziale effetto dell'alcol è dovuto alle sue proprietà farmacologiche o è un effetto placebo. Di conseguenza, nel presente lavoro quando vengono usate le espressioni "effetto della caffeina" o "effetto dell'alcol" non ci si riferisce necessariamente all'effetto farmacologico.

## **7.2 Metodo**

Il protocollo sperimentale del presente esperimento è stato approvato dal Comitato Etico dell'Università degli Studi di Trieste.

### **7.2.1 Soggetti**

Allo scopo di testare le ipotesi sono stati reclutati attraverso un annuncio 18 soggetti (8 femmine – 10 maschi) di età compresa tra i 19 e i 33 anni. Tuttavia solo 12 di essi sono stati inclusi nelle analisi dei dati, i restanti 6 sono stati scartati in quanto avevano tassi alcolemici significativamente differenti ( $F_{(1,5)} = 7,29$ ;  $p = .43$ ) tra la condizione Alcol ( $0,79 \pm 0,18$ ) e la condizione Alcol + Caffeina ( $0,51 \pm 0,15$ ).

Tutti i soggetti sono stati preliminarmente sottoposti al test Morningness – Eveningness Questionnaire (MEQ) (Horne e Ostberg, 1976) al fine di poter conoscere la loro tipologia circadiana e scartare soggetti con tipologie estreme. Dallo scoring dei punteggi rilevati attraverso questo test nessun soggetto è risultato appartenere a tipologie circadiane estreme.

Tutti i soggetti hanno dichiarato di non essere affetti da disturbi del sonno, di non essere sottoposti ad alcun trattamento farmacologico e di non essere allergici all'alcol e alla caffeina. Tutti avevano acuità visiva nella norma o corretta alla norma.

Tutti hanno partecipato all'esperimento volontariamente e per la partecipazione era prevista una ricompensa di 1 C.F.U.

### **7.2.2 Materiali**

Nel presente esperimento sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

1. *Attention Network Test – R*;
2. *Stop Signal Task*;
3. *Global Vigor – Affect Scale*.

Il primo strumento, l'*Attention Network Test Revised* di Fan e colleghi (2009), il cui funzionamento è stato già spiegato nel capitolo relativo all'Attenzione, è stato utilizzato con lo scopo di raccogliere dati oggettivi riguardo ai diversi aspetti che sono sottesi al concetto di attenzione.

Il secondo strumento, lo *Stop Signal Task*, il cui funzionamento è stato descritto nel capitolo relativo all'Inibizione, è stato somministrato per raccogliere dati oggettivi sulla capacità dei soggetti di inibire una risposta dominante.

Il terzo strumento, la *Global Vigor – Affect Scale* (GVAF), il cui funzionamento è già stato riportato nel capitolo relativo al primo esperimento, è stata somministrata con l'obiettivo di raccogliere dati di natura soggettiva riguardo a come si sentivano i soggetti al momento della somministrazione dell'ANT – R e dello *Stop signal task*, relativamente al vigore e all'umore.

La caffeina è stata somministrata sotto forma di capsule (5 cps da 20 mg = 100 mg) mentre l'alcol è stato messo a disposizione dei soggetti, i quali ne hanno assunto un quantitativo a scelta secondo le loro abitudini. I tassi alcolemici sono stati rilevati individualmente mediante l'ausilio di un etilometro.

### **7.2.3 Disegno sperimentale**

Si è scelto di misurare i diversi aspetti sottesi al concetto di attenzione, nello specifico: Tempi di Reazione – Accuratezza – Alerting – Orienting – Conflict. Si è scelto inoltre di misurare la latenza al processo di inibizione. Inoltre è stata misurata la percezione soggettiva rispetto al vigore e all'umore.

Si è scelto di utilizzare un disegno fattoriale 2x2 con variabili indipendenti l'alcol (Alcol – No Alcol) e la caffeina (Caffeina – No Caffeina). Da tale disegno sperimentale sono risultate 4 sessioni di raccolta dati. Precedentemente alla prima sessione sperimentale, circa 12 ore prima, è stata svolta una sessione di apprendimento effettuata con lo scopo di fare familiarizzare i soggetti con l'ANT.-R e lo Stop signal task; i dati raccolti durante questa sessione non sono stati utilizzati nelle analisi dei dati.

### **7.2.4 Procedura**

I soggetti presentatisi volontariamente ad un incontro preliminare, sono stati inizialmente informati su tutti gli aspetti rilevanti dell'esperimento mediante un modulo di consenso informato (vedi Appendice). Dopo la conferma relativa alla partecipazione, ai soggetti è stato somministrato il MEQ per lo screening preliminare della tipologia circadiana.

Tutti i soggetti sono stati testati individualmente e sono stati bilanciati per condizione invertendo l'ordine di partecipazione in modo da ridurre la probabilità di un effetto dovuto all'ordine di inclusione nelle condizioni.

Precedentemente alla somministrazione dell'ANT – R e dello Stop signal task, in ogni condizione, è stata somministrata la Global Vigor – Affect Scale. L'ordine di somministrazione dell'ANT – R e dello Stop signal task è stato controbilanciato in modo da evitare un effetto dovuto alla fatica cognitiva potenzialmente causata dall'esecuzione dei test.

Nella prima sessione (No alcol – No caffeina) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno alle ore 19:00. Hanno dichiarato di non aver consumato bevande o alimenti contenenti caffeina nelle 5 ore precedenti all'incontro. Sono stati sottoposti al test etilometrico e alle ore 20:00 sono stati sottoposti ai test.

Nella seconda sessione (No alcol – Caffeina) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno alle ore 19:00. Hanno dichiarato di non



aver consumato bevande o alimenti contenenti caffeina nelle 5 ore precedenti all'incontro e sono stati sottoposti al test etilometrico. Alle ore 19:10 hanno assunto 100 mg di caffeina in capsule e alle ore 20:00 sono stati sottoposti ai test.

Nella terza sessione (Alcol – No caffeina) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno alle ore 18:40. Hanno dichiarato di non aver consumato bevande o alimenti contenenti caffeina dopo le ore 14:00. Dalle ore 18:50 alle ore 19:20 hanno consumato liberamente bevande alcoliche. Alle ore 19:50 sono stati sottoposti al test etilometrico e alle ore 20:00 hanno svolto i test.

Nella quarta sessione (Alcol – Caffeina) i soggetti si sono presentati presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno alle ore 18:40. Hanno dichiarato di non aver consumato bevande o alimenti contenenti caffeina dopo le ore 14:00. Dalle ore 18:50 alle ore 19:20 hanno consumato liberamente bevande alcoliche. Alle ore 19:10 hanno assunto 100 mg di caffeina in capsule. Alle ore 19:50 sono stati sottoposti al test etilometrico e alle ore 20:00 hanno svolto i test.

### ***7.3 Analisi dei dati e Risultati***

I tassi alcolemici riscontrati nella condizione Alcol (0,49 g/l  $\pm$  0,05) e nella condizione Alcol + Caffeina (0,48 g/l  $\pm$  0,05) non sono risultati statisticamente differenti.

#### ***7.3.1 Attention Network Test***

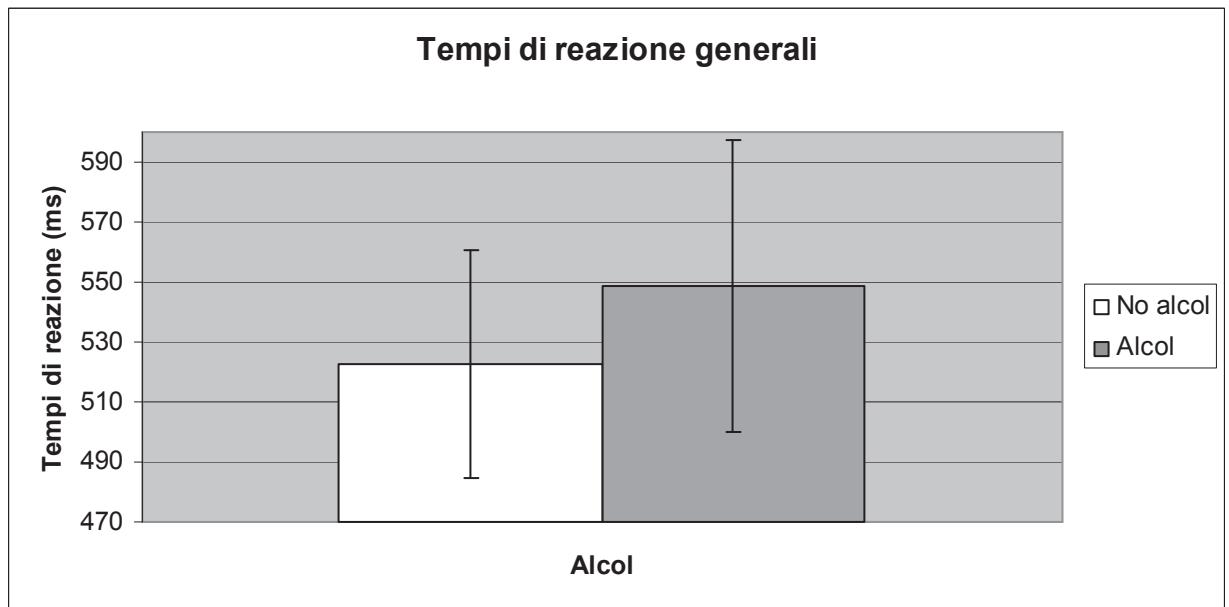
##### ***7.3.1.1 Tempi di Reazione***

I dati relativi ai tempi di reazione generali sono stati analizzati attraverso una ANOVA 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido). Come è possibile osservare dai dati riassunti nella tabella n°24, riportati nel grafico n°25, è stato osservato un effetto dell'alcol statisticamente significativo ( $F_{1,11} = 11,86$ ;  $p < .01$ ), che mostra una minore reattività nei soggetti che avevano assunto sostanze alcoliche. A differenza non è stato riscontrato nessun effetto della caffeina né tanto meno alcuna interazione tra i due fattori.

Tabella n°24 – Tempi di reazione generali

Alcol	RT (ms)	Err.st.
No	522,70	± 46,54
Si	577,28	± 44,32

Grafico n°25 – Tempi di reazione generali



Per valutare lo stato di allerta è stata inoltre condotta ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffaina – Caffaina), tenendo conto delle sole prove No cue, relative all'Alerting tonico. Dall'analisi dei dati è emerso un effetto statisticamente significativo ( $F_{1,11} = 8,74$ ;  $p < .01$ ) dell'alcol che rispecchia lo stesso andamento osservato per i tempi di reazione generali. Tale effetto è osservabile nei dati riassunti nella tabella n°26, rappresentati nel grafico n°27. L'analisi non ha invece riscontrato nessun effetto significativo della caffeina e nessuna interazione tra alcol e caffeina.

Tabella n°26 – Alerting tonico

Alcol	RT (ms)	Err.st.
No	539,73	± 22,44
Si	566,64	± 27,60

Grafico n°27 – Alerting tonico



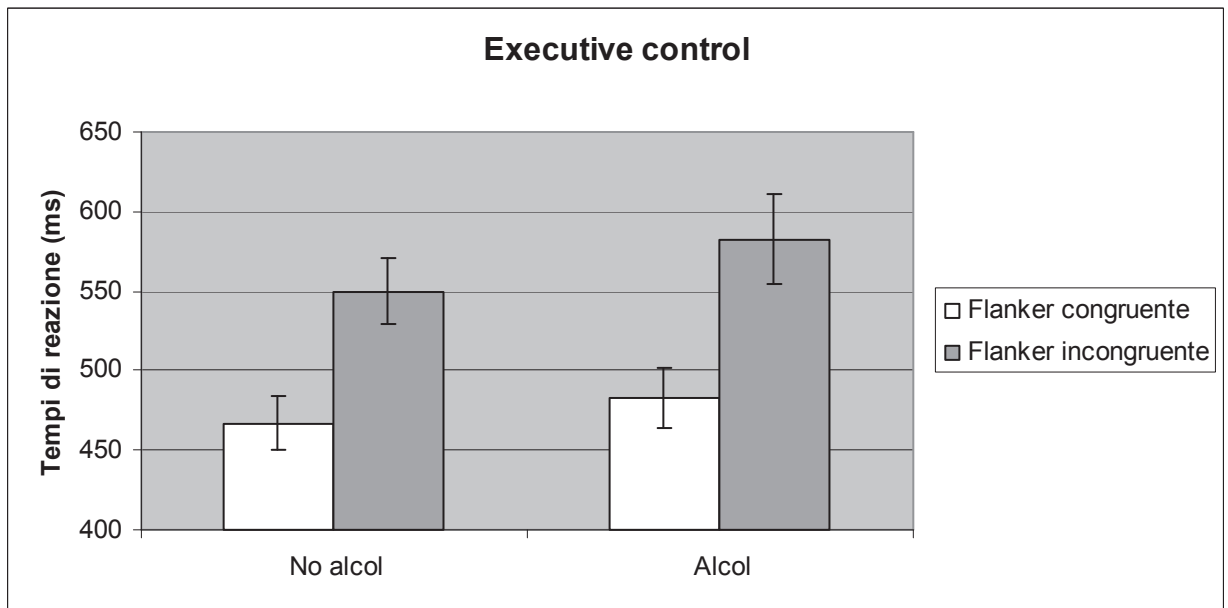
Per valutare l'efficienza delle componenti di Alerting fasico e di Orienting sono state rispettivamente condotte: una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffaina – Caffaina) x 2 (No cue – Doppio cue) per l'Alerting fasico; e una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffaina – Caffaina) x 2 (Doppio cue – Cue Valido) per l'Orienting. Tali analisi non hanno evidenziato nessuna interazione statisticamente significativa tra alcol e cue, tra caffeina e cue e nessuna interazione tra alcol, caffeina e cue.

Per testare il funzionamento della componente attentiva di Executive Control è stata eseguita una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffaina – Caffaina) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). Dall'analisi, come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°27, rappresentati nel grafico n°28, è emersa un'interazione statisticamente significativa ( $F_{1,11} = 10,28$ ;  $p < .01$ ) tra il fattore alcol e il tipo di flanker.

Tabella n°27 – Executive control

Alcol	Flanker	RT (ms)	Err.st.
No	Congruente	467,1	± 17,16
No	Incongruente	550	± 21,23
Si	Congruente	482,56	± 18,6
Si	Incongruente	582,69	± 27,77

Grafico n°28 – Executive control (alcol x flanker)



Per questa componente attentiva, dall'analisi dei dati, come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°28 e rappresentati nel grafico n°29, è inoltre emersa una interazione significativa ( $F_{1,11} = 5,56$ ;  $p < .05$ ) tra caffeina e flanker. L'analisi non ha invece evidenziato nessuna interazione statisticamente significativa tra alcol, caffeina e flanker.

Grafico n°29 – Executive control (caffeina x flanker)

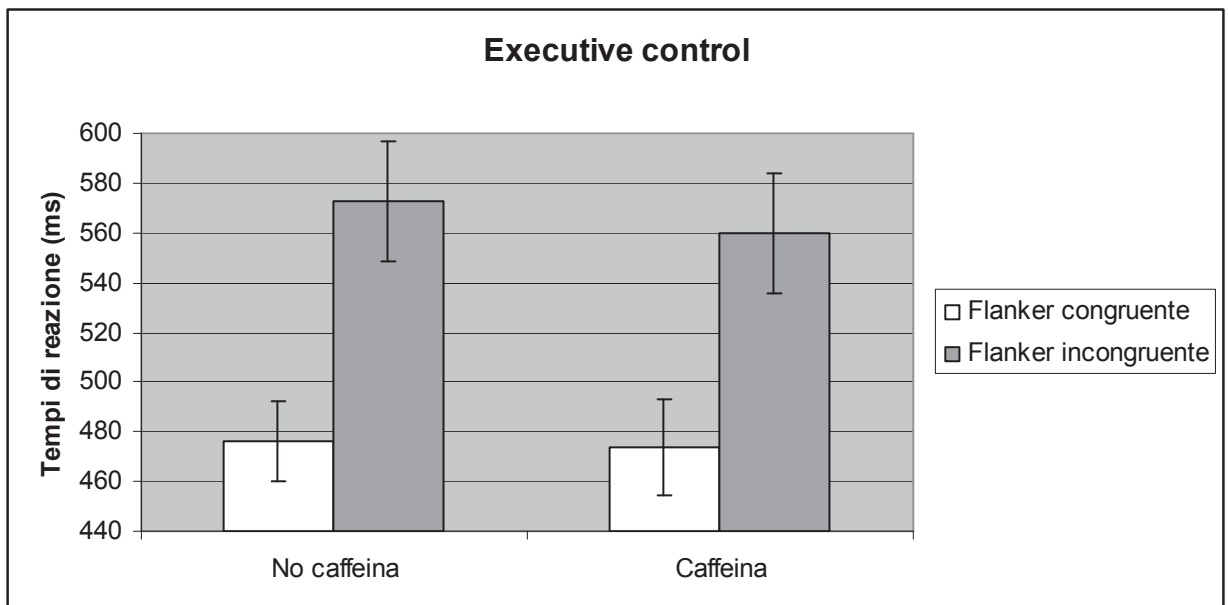


Tabella n°28 – Executive control

Caffeina	Flanker	RT (ms)	Err.st.
No	Congruente	476,02	± 16,01
No	Incongruente	572,94	± 24,16
Si	Congruente	473,65	± 19,34
Si	Incongruente	559,75	± 24,36

### 7.3.1.2 Accuratezza

Con l'obiettivo di valutare l'accuratezza generale è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina) x 4 (No cue – Doppio Cue – Cue Valido – Cue Invalido). L'analisi non ha evidenziato nessun effetto dell'alcol, nessun effetto della caffeina né tanto meno alcuna interazione tra i due fattori.

Per valutare l'accuratezza in relazione allo stato di allerta inferito dal funzionamento dell' Alerting Tónico, tenendo in considerazione le sole prove No cue, è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina). Da tale analisi non è emerso nessun effetto statisticamente significativo dell'alcol, nessun effetto statisticamente significativo della caffeina e neppure l'interazione tra i due fattori.

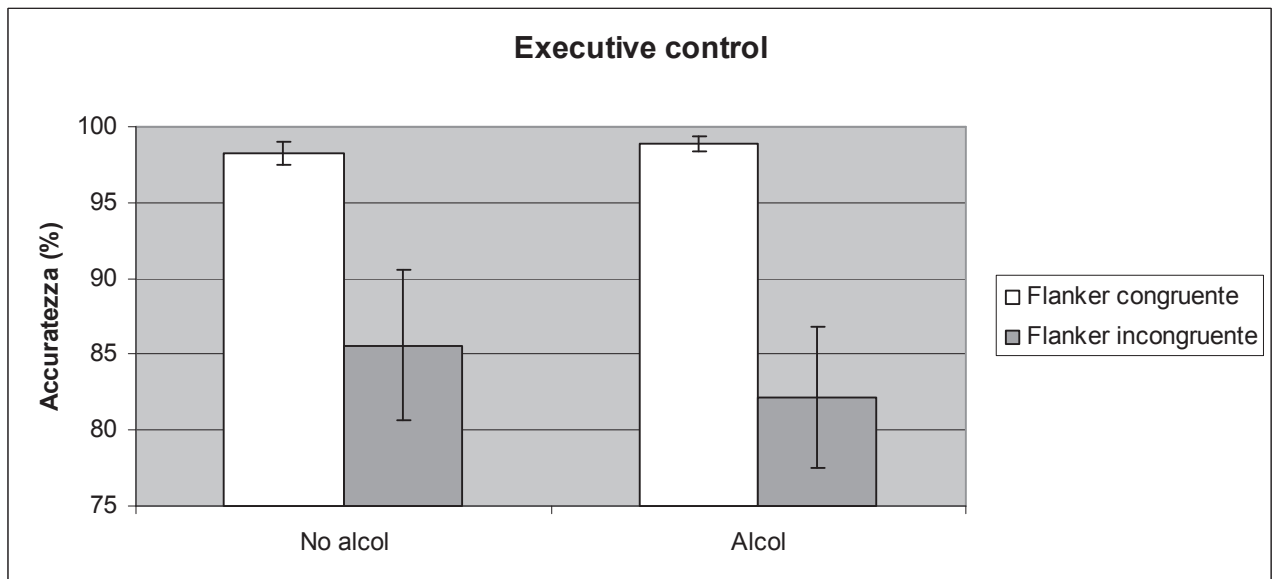
Per valutare l'accuratezza in relazione alle componenti di Alerting fasico e di Orienting sono state rispettivamente condotte: una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina) x 2 (No cue – Doppio cue) per l'Alerting fasico; e una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina) x 2 (Doppio cue – Cue Valido) per l'Orienting. Da tali analisi non è stata osservata nessuna interazione significativa tra alcol e cue, tra caffeina e cue e neanche tra alcol, caffeina e cue.

Per valutare l'accuratezza relativamente alla componente attentiva di Executive Control è stata eseguita una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffeina – Caffeina) x 2 (Flanker congruenti – Flanker Incongruenti). L'analisi, come si può osservare dai dati riportati nella tabella n°29 e rappresentati nel grafico n°30, ha evidenziato un'interazione statisticamente significativa ( $F_{1,11} = 10,28$ ;  $p < .01$ ) tra il fattore alcol e il tipo di flanker.

Tabella n°29 – Executive control

Alcol	Flanker	Acc %	Err.st.
No	Congruente	98,23	± 0,7
No	Incongruente	85,65	± 4,96
Si	Congruente	98,84	± 0,52
Si	Incongruente	82,2	± 4,64

Grafico n°30 – Executive control (alcol x flanker)

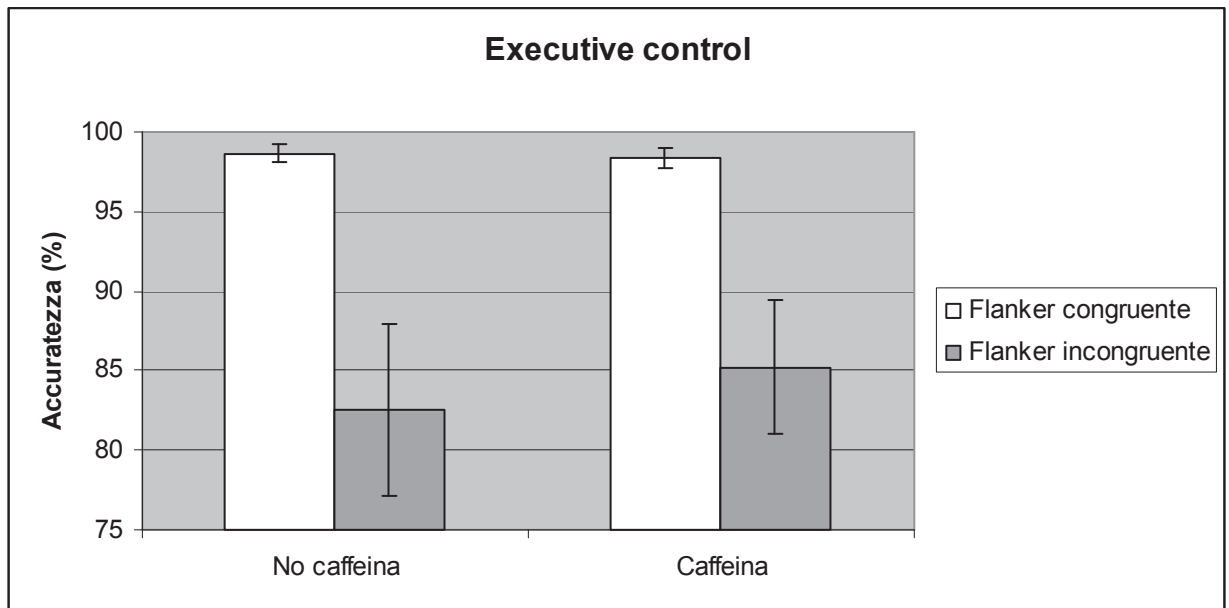


Per quanto concerne questa funzione dell'attenzione dall'analisi dei dati, come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°30, rappresentati nel grafico 31, è stata inoltre riscontrata una interazione tra caffeina e flanker che tende alla significatività ( $F_{1,11} = 4,51$ ;  $p < .057$ ).

Tabella n°30 – Executive control

Caffeina	Flanker	Acc %	Err.st.
No	Congruente	98,67	± 0,55
No	Incongruente	82,55	± 5,38
Si	Congruente	98,41	± 0,64
Si	Incongruente	85,21	± 4,19

Grafico n°31 – Executive control (caffeina x flanker)



Inoltre, dall'analisi non si è osservata nessuna interazione significativa tra alcol, caffeina e flanker.

### 7.3.2 Stop Signal Task

Per l'analisi della stima della latenza al processo di inibizione è stata condotta una ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No caffeina – Caffeina) sulle medie dell'SSRT. Come si può osservare dai dati riassunti nella tabella n°31 e rappresentati nel grafico n°32, l'analisi ha evidenziato un effetto dell'Alcol che tuttavia non è risultato statisticamente significativo ( $F_{1,11} = 2,19$  ;  $p = .17$ ).

Dall'analisi è invece risultato statisticamente significativo ( $F_{1,11} = 5,87$  ;  $p < .05$ ) l'effetto della caffeina. Tale effetto è visibile dai dati riportati nella tabella n°32 ed è rappresentato nel grafico n°33. Inoltre, dall'analisi si non è stata riscontrata alcuna interazione tra alcol e caffeina.

Tabella n°31 – Stop Signal inhibition

Alcol	SSRT (ms)	Err.st.
No	169,75	± 23,54
Si	185,64	± 25,18

Grafico n°32 – Stop Signal inhibition

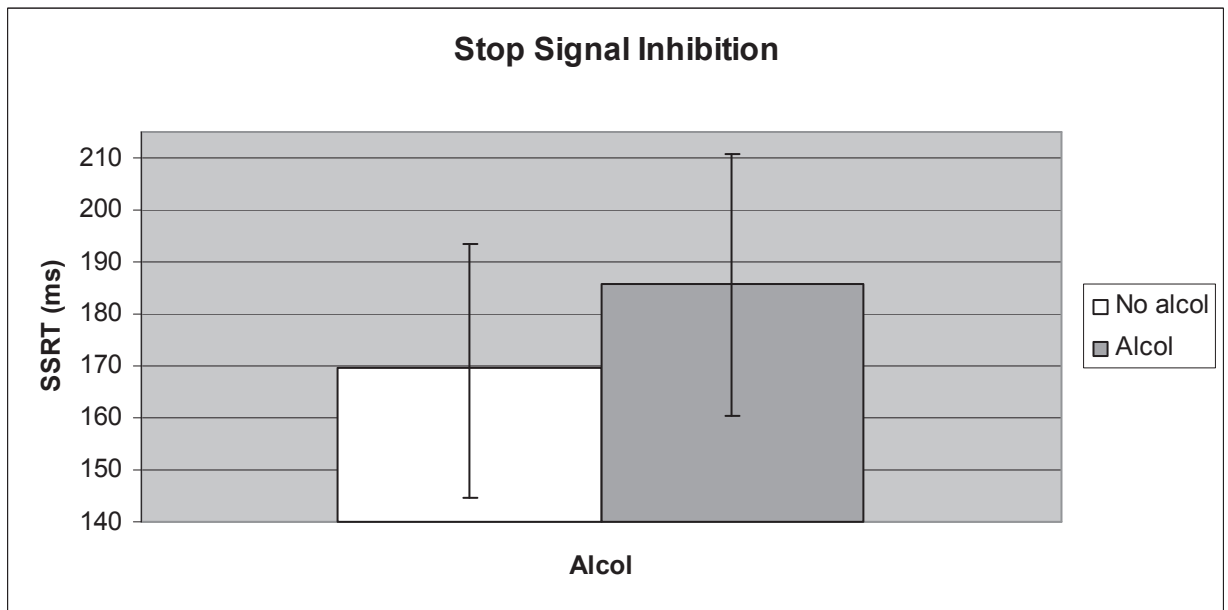
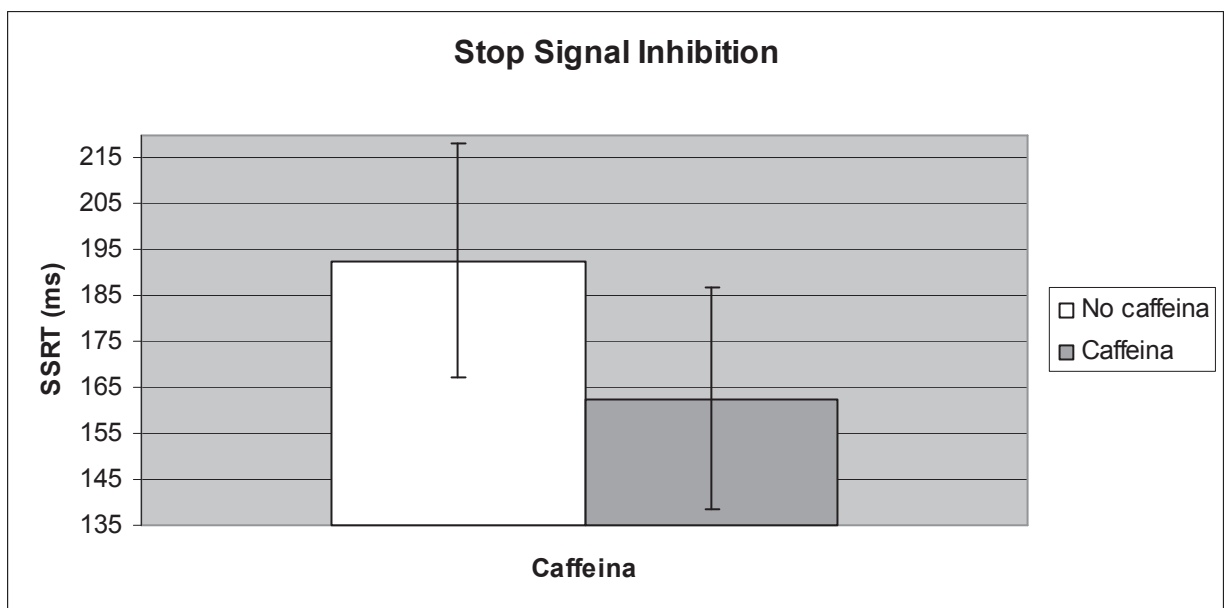


Tabella n°32 – Stop Signal inhibition

Caffeina	SSRT (ms)	Err.st.
Si	188,94	± 18,22
No	163,82	± 18,22

Grafico n°33 – Stop Signal inhibition





### 7.3.3 Dati soggettivi

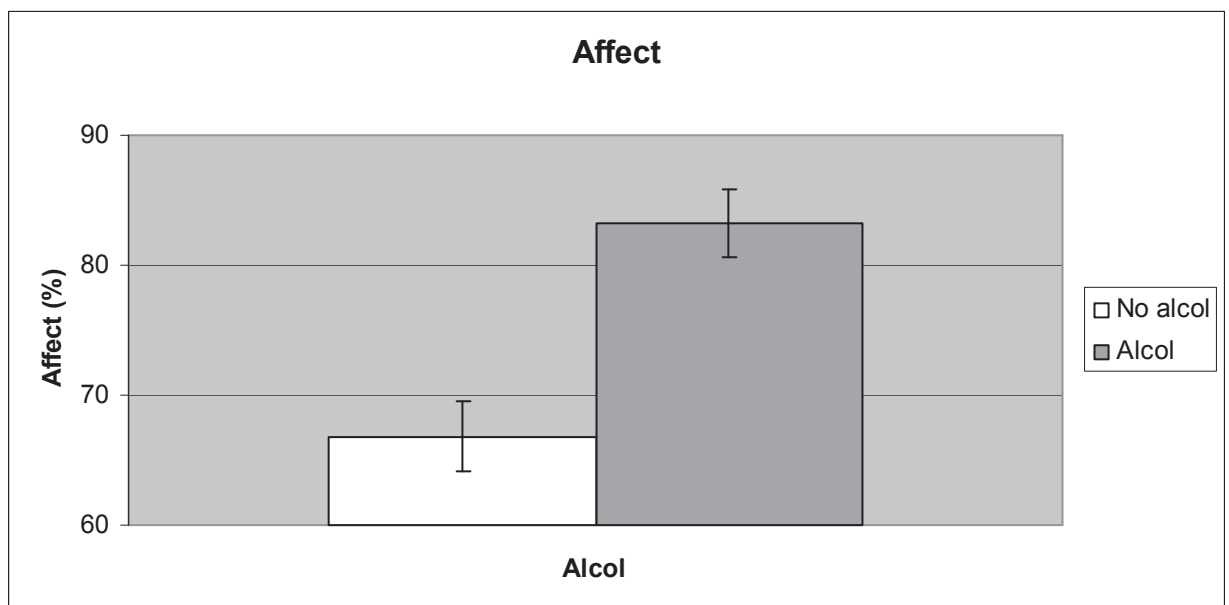
I dati soggettivi raccolti attraverso la Global Vigor – Affect Scale, secondo le indicazioni precisate da Monk (1989), sono stati utilizzati per calcolare le stime del vigore e dell'umore rispettivamente attraverso le formule  $[(300+\text{val.1}-\text{val.4}-\text{val.6}-\text{val.8})/4]$  e  $[200+\text{val.5}+\text{val.7}-\text{val.2}-\text{val.3})/4]$ . I risultati ottenuti sono stati analizzati mediante due ANOVA a misure ripetute 2 (No alcol – Alcol) x 2 (No Caffaina – Caffaina), una per il vigore e una per l'umore.

Relativamente all'umore, dai dati riportati nella tabella n°33, è risultato un effetto statisticamente significativo ( $F_{1,11} = 33,76$  ;  $p < .001$ ) per la scala dell'Affect. Tale effetto, rappresentato nel grafico n°34, mostra mag giori livelli di vigore percepito quando i soggetti avevano consumato dell'alcol rispetto a quando non ne avevano consumato. Inoltre, dall'analisi non si è osservato nessun effetto della caffeina e nessuna interazione tra alcol e caffeina.

Tabella n°33 – Affect

Alcol	Affect %	Err.st.
No	66,71	$\pm 2,76$
Si	83,21	$\pm 2,58$

Grafico n°34 - Affect

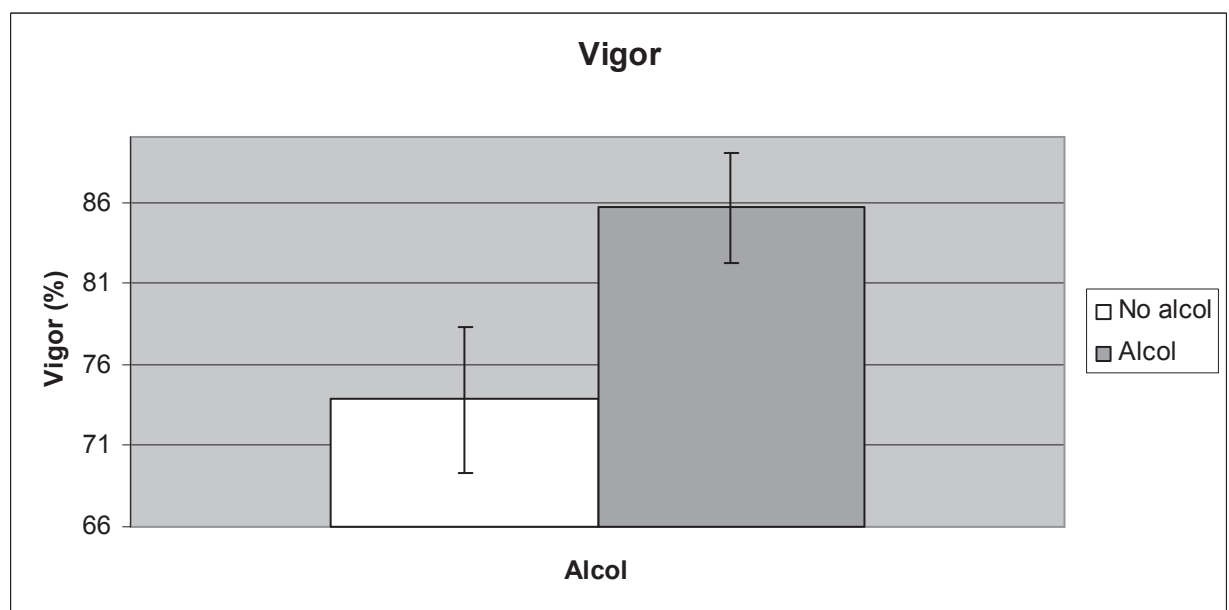


Relativamente alla scala della Vigor, come si può osservare nel grafico n°35, l'analisi dei dati riassunti nella tabella n°34 ha evidenziato un effetto significativo del fattore Alcol ( $F_{1,11} = 38,57$  ;  $p < .001$ ) che indica un andamento che ha la stessa direzione di quello osservato per la scala dell'Affect. Inoltre, anche per quanto riguarda la scala della Vigor, non è emerso nessun effetto significativo della caffeina così come nessuna interazione tra i due fattori.

Tabella n°34 – Vigor

Alcol	Vigor (%)	Err.st.
Si	73,84	± 4,49
No	85,63	± 3,39

Grafico n°35 - Vigor



#### 7.4 Discussione

Il presente esperimento è stato condotto con l'obiettivo specifico di indagare gli effetti dell'assunzione di alcol, durante l'orario dell'aperitivo serale (19:00 – 20:00), e della caffeina sul funzionamento del sistema attentivo (Posner e Raichle, 1994) e della specifica funzione esecutiva responsabile dell'inibizione di una risposta dominante (Logan e Cowan, 1984a).

Si è ipotizzato che l'alcol potesse, in generale, causare un rallentamento dei tempi di reazione e un decremento dell'accuratezza, che potesse determinare un effetto

negativo sul funzionamento dell'Alerting, dell'Orienting e dell'Executive control ed inoltre peggiorare la capacità di inibire una risposta dominante. Inoltre si è ipotizzato che l'assunzione di alcol potesse alterare la percezione soggettiva del livello di vigore e di umore e che quindi, a fronte dei peggioramenti ipotizzati, i soggetti non ne fossero consapevoli.

Oltre a ciò si è ipotizzato che la caffeina, in una quantità circa pari a quella contenuta in un caffè o in qualche bicchiere di the o cola, potesse rappresentare un'efficace contromisura in grado di contrastare i potenziali peggioramenti indotti dall'alcol.

In accordo con quanto trovato da Azcona e colleghi (1995) e con i risultati del primo esperimento del presente lavoro, così come ipotizzato, sembrerebbe che, anche alle 20:00, l'alcol comporti un generale rallentamento dei tempi di reazione e quindi una minore reattività; tuttavia, in disaccordo con le ipotesi, questa sostanza non sembra influire sull'accuratezza. Sembrerebbe quindi che un tasso alcolemico comunque lievemente inferiore a quello consentito dalla legge per poter guidare, ovvero poco inferiore allo 0,5 g/L, renda le persone meno reattive ma non influenzi il numero di errori commessi in un compito di scelta.

Per quanto riguarda il potenziale effetto della caffeina, in disaccordo con quanto trovato da altri autori, (Hasenfratz *et al.*, 1993) (Drake *et al.*, 2003) che testando dosi più elevate hanno concluso che la caffeina sembra contrastare gli effetti negativi dell'alcol sul sistema cognitivo, contrariamente a quanto ipotizzato, sembrerebbe che una quantità di caffeina circa pari a quella assunta con un caffè, o qualche bicchiere di the o cola, non sia sufficiente per contrastare il decremento della reattività indotto dal consumo di alcolici.

Anche per quanto riguarda lo stato di allerta le cose sembrano andare nella stessa direzione. Sembrerebbe, anche in questo caso, che l'alcol comporti un minore stato di allerta, che non influisca sul numero di errori commessi e che la caffeina non rappresenti una contromisura efficace.

Contrariamente a quanto ipotizzato, in relazione alla componente attentiva di Alerting fasico, ovvero al beneficio indotto da un segnale allertante, sembrerebbe che né l'alcol né la caffeina abbiano effetti sul funzionamento di questo aspetto dell'attenzione. Questo risultato sembra essere in disaccordo con quanto trovato da altri autori (Brunyé *et al.*, 2010a) (Brunyé *et al.*, 2010b) che, testando dosi più

elevate (caffeinea = 400 mg), hanno riscontrato un miglior funzionamento dell'Alerting.

Il medesimo andamento è emerso anche per quanto riguarda la componente di Orienting; dai risultati sembrerebbe infatti che né l'alcol né la caffeina influenzino la velocità di orientamento dell'attenzione. Anche in questo caso, studi precedenti (Brunyé *et al.*, 2010a) hanno messo in evidenza un effetto, in questo caso negativo, generato da dosi più alte (400 mg) di caffeina.

Per quanto concerne la componente attentiva deputata al monitoraggio e alla risoluzione dei conflitti cognitivi le cose sembrano andare diversamente. Infatti, in accordo con le ipotesi, i risultati sembrano suggerire che sia l'alcol che la caffeina giochino un ruolo nel funzionamento di questo network attentivo. In particolare sembrerebbe che l'alcol determini un modesto peggioramento sia in termini di reattività che di accuratezza; i risultati sembrano infatti suggerire che, nelle situazioni in cui è necessaria l'elaborazione di stimoli contrastanti, un tasso alcolemico poco inferiore allo 0,5 g/L sia comunque sufficiente per rendere le persone meno reattive e meno accurate. Contrariamente a quanto ipotizzato i risultati, anche in questo caso, sembrano indicare che 100 mg di caffeina, pur avendo un effetto generale che tende a migliorare il funzionamento di questo network non, sembrano sufficienti per contrastare gli effetti negativi indotti dall'alcol.

In relazione all'altra funzione esecutiva, ovvero quella responsabile dell'inibizione di una risposta dominante, i risultati indicano un quadro differente. Infatti, per questa specifica funzione l'alcol non sembra avere nessun effetto. Sembrerebbe quindi che un leggero tasso alcolemico non influisca sulla capacità di inibizione; contrariamente sembrerebbe che la caffeina possa in generale comportare un beneficio.

Un aspetto interessante è emerso in riferimento ai risultati dei test soggettivi. Infatti, come ipotizzato, i risultati sembrano indicare che, nonostante i peggioramenti indotti dall'alcol in termini di reattività ed accuratezza generale, in termini di stato di allerta e di controllo esecutivo, l'assunzione di questa sostanza determini, oltre che un effetto "euforizzante" sull'umore, una sovrastima del vigore percepito. Sembrerebbe infatti che i soggetti che hanno un tasso alcolemico anche lieve siano portati a sovrastimare le loro capacità psicofisiche e che,

contrariamente a quanto indicato dalla prestazione oggettiva, percepiscano un buon livello vigore.

## 8. CONCLUSIONI

Il presente lavoro è nato con l'obiettivo di apportare un contributo al settore della sicurezza stradale. Partendo dal problema degli incidenti sonno e alcol correlati, si è ritenuto che potesse essere interessante approfondire lo studio degli effetti, singoli e in particolar modo combinati, della deprivazione di sonno e del consumo di alcolici su alcuni degli aspetti cognitivi considerati di fondamentale importanza per l'esecuzione del comportamento di guida; ed inoltre valutare se una leggera dose di caffeina, circa pari a quella assunta con un caffè o altri alimenti comuni, potesse rappresentare un'efficace contromisura per contrastare gli effetti di questi due fattori.

Si è scelto di studiare la prestazione cognitiva in determinate fasce orarie, considerate potenzialmente rappresentative di alcune situazioni reali. Nello specifico, si è scelto di studiare la prestazione cognitiva alle 5:00 del mattino, orario di chiusura delle discoteche invernali, e alle 9:00 del mattino, orario di chiusura delle discoteche estive. Inoltre si è scelto di valutare la performance cognitiva alle 12:30, orario dell'aperitivo precedente al pranzo, e alle 20:00, orario dell'aperitivo precedente alla cena.

Per quanto concerne la prestazione cognitiva si è scelto di restringere il focus della ricerca allo studio dell'attenzione e della capacità di inibizione di una risposta dominante. Per i motivi già esplicitati, relativamente all'attenzione si è scelto di fare riferimento al modello di Posner (Posner e Raichle, 1994) e relativamente all'inibizione al modello di Logan (Logan e Cowan, 1984a).

La scelta di utilizzare un modello complesso come quello di Posner ha portato con sé delle implicazioni non trascurabili. Da una parte ha permesso di studiare più aspetti di questa complessa funzione cognitiva e andare oltre al classico decremento dello stato di allerta, inferito dall'interessante quanto scontato aumento dei tempi di reazione; d'altra parte ha amplificato la difficoltà di interpretazione dei risultati ottenuti.

## 8.1 Effetti della deprivazione di sonno, singoli e associati al consumo di alcolici

In riferimento alla vigilanza o stato di allerta, i risultati sembrano suggerire che trascorrere una notte insonne fino alle 5:00 del mattino possa comportare un peggioramento generale, sia in termini di reattività che di accuratezza.

Sembrerebbe inoltre che, se durante la notte trascorsa insonne, si consumano alcolici fino a raggiungere un tasso alcolemico circa pari a 0,8 g/L il quadro della situazione si aggravi ulteriormente. Inoltre sembrerebbe che la combinazione di questi due fattori determini anche un più alto numero di *lapses*, ovvero un numero maggiore di situazioni nelle quali la reattività risulta essere gravemente compromessa.

Recentemente alcuni autori (Verster *et al.*, 2014) hanno trovato che proprio i *lapses*, al pari di altri metodi già utilizzati, sembrano essere un buon metodo per valutare, *on the road*, la compromissione della capacità di guida potenzialmente indotta da fattori non facilmente osservabili, come l'assunzione di farmaci o altre droghe. Potenzialmente questo metodo potrebbe essere valido anche per la valutazione della sonnolenza che, a differenza dell'assunzione di alcolici, non è facilmente e rapidamente misurabile. Questo metodo potrebbe essere infatti considerato come un indicatore indiretto di sonnolenza visto che, proprio durante questo stato, il numero di *lapses* subisce incrementi significativi, tanto da portare alcuni autori a concludere che si tratta di veri e propri micro sonni (Anderson e Horne, 2006) (Anderson *et al.*, 2010).

A maggior ragione, sembrerebbe che anche una deprivazione totale di sonno, alle 9:00 del mattino, possa causare un peggioramento generale della vigilanza e dello stato di allerta e che quando associata ad un tasso alcolemico poco superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare (BAC ~ 0,55 g/L) possa comunque comportare effetti negativi più gravi.

A differenza, i risultati di questo lavoro sembrano suggerire che, alle 5.00 del mattino, né una deprivazione parziale di sonno, né una deprivazione parziale di sonno associata al consumo di alcolici (BAC ~ 0,8 g/L) peggiorino i benefici indotti da un segnale allertante, né in termini di reattività e neppure in termini di accuratezza.

Anche per quanto riguarda una deprivazione totale di sonno, i risultati sembrano suggerire che stare svegli fino alle 9:00 del mattino non influisca negativamente su questo aspetto dell'attenzione, sia avendo che non avendo consumato alcolici (BAC ~ 0,55 g/L).

Gli stessi risultati sembrano caratterizzare la velocità e l'accuratezza del meccanismo di orientamento dell'attenzione. Infatti, sembrerebbe che trascorrere una nottata insonne fino alle 5:00 del mattino non comporti un peggioramento di questo aspetto dell'attenzione, sia che si abbia un tasso alcolemico pari a 0 g/L sia che si abbia un tasso alcolemico di circa 0,8 g/L.

Dai risultati sembrerebbe inoltre che anche trascorrere una nottata insonne fino alle 9:00 del mattino, a prescindere dal fatto che si abbia consumato dell'alcol (BAC ~ 0,55 g/L) o no, non influisca negativamente sulla velocità e sull'accuratezza dell'orientamento dell'attenzione.

A differenza, la componente che sembra subire maggiormente gli effetti negativi di questi fattori è quella deputata al controllo esecutivo. Dai risultati sembrerebbe infatti che stare svegli fino alle 5:00 del mattino, pur non comportando un peggioramento in termini di reattività nella risoluzione di un conflitto cognitivo, comporti un peggioramento in termini di errori commessi e che, stare svegli fino alle 5:00 del mattino e consumare alcolici (BAC ~ 0,8 g/L) comporti un ulteriore peggioramento in termini di reattività ma non in termini di accuratezza.

A differenza, sembrerebbe che stare svegli fino alle 9:00 del mattino comporti un peggiore funzionamento di questa componente cognitiva, sia per quanto riguarda la reattività e l'accuratezza nella risoluzione di un conflitto cognitivo che per quanto riguarda la reattività nell'inibizione di una risposta dominante. Inoltre se la deprivazione totale di sonno viene associata al consumo di alcolici (BAC ~ 0,55 g/L) sembra comportare un ulteriore peggioramento in termini di accuratezza nella risoluzione di un conflitto cognitivo, ma non un ulteriore peggioramento in termini di reattività nella capacità di inibizione.

## **8.2 Effetti del consumo di alcolici**

Per quanto concerne il consumo di alcolici, sembrerebbe che un tasso alcolemico circa pari a 0,8 g/L comporti, alle ore 12:30, un effetto negativo sulla vigilanza.



Inoltre, questa concentrazione alcolemica, oltre alla diminuzione della reattività, sembra comportare anche una diminuzione dell'accuratezza.

Anche alle ore 20:00, il solo consumo di alcolici sembra avere un effetto negativo sulla reattività. Infatti anche un tasso alcolemico inferiore (BAC ~ 0,55 g/L) sembra comportare un peggioramento in termini di reattività, ma non in termini di accuratezza.

Per quanto concerne il beneficio indotto da un segnale allertante, sembrerebbe che né un tasso alcolemico di circa 0,8 g/L alle 12:30, né un tasso alcolemico di circa 0,55 g/L alle 20:00, abbiano effetti negativi su questa componente attentiva, né in termini di reattività né tantomeno in termini di accuratezza.

Anche per quanto riguarda la velocità e l'accuratezza nell'orientamento dell'attenzione, sembrerebbe che nessuna di queste due concentrazioni alcolemiche, in nessuna delle due fasce orarie testate, sembri avere effetti negativi su questa componente attentiva.

A differenza, anche per quanto concerne il solo consumo di alcolici, il controllo esecutivo sembra essere la componente maggiormente sensibile. Infatti i risultati sembrano suggerire che, alle 12:30, benché un tasso alcolemico di 0,8 g/L non sembri avere effetti negativi sulla reattività, sembra averli sull'accuratezza. A differenza, alle 20:00, un tasso alcolemico inferiore (BAC ~ 0,55 g/L) sembra comportare una peggiore prestazione nella risoluzione di un conflitto cognitivo sia in termini di reattività che in termini di accuratezza. Differentemente la componente esecutiva deputata all'inibizione di una risposta dominante, alle ore 20:00, non sembra essere sensibile ad una concentrazione alcolemica di circa 0,55 g/L.

In estrema sintesi, semplificando, i risultati del presente lavoro sembrano indicare un'influenza selettiva della deprivazione di sonno e del consumo di alcolici, sia singolarmente che in forma combinata, sulle componenti cognitive indagate. In particolare, sembrerebbe che, oltre allo stato di allerta, il controllo esecutivo sia la componente cognitiva maggiormente influenzata negativamente da questi fattori, sia singolarmente che in associazione.

### **8.3 Risultati oggettivi e aspetti soggettivi**

Un aspetto interessante riguarda il fatto che la sola deprivazione, sia parziale che totale, pur causando questi effetti negativi oggettivi, non sembra comportare una distorsione della percezione soggettiva del livello di vigore. A differenza quello che risulta essere ancora più interessante, che merita essere enfatizzato, è che l'associazione tra deprivazione di sonno, sia parziale che totale, ed un tasso alcolemico superiore a quello consentito dalla legge per poter guidare sembra avere un effetto, o in alcuni casi una tendenza, che porta a sovrastimare i livelli di vigore facendoli percepire superiori a quelli realmente osservati.

Un andamento simile è emerso anche per i livelli di sonnolenza percepita, nella situazione di deprivazione parziale di sonno.

Recentemente Howard e colleghi (2014), così come prima di loro altri autori (Biggs, *et al.*, 2007), hanno proprio sottolineato l'importanza della percezione soggettiva di alcuni sintomi di sonnolenza, considerandoli dei buoni indicatori, potenzialmente utili agli automobilisti, per capire quando la loro prestazione non è adatta ad una guida in sicurezza.

Considerata da questo punto di vista l'associazione tra deprivazione di sonno e consumo di alcolici risulta essere ancora più preoccupante. Infatti sembrerebbe che, durante una nottata insonne, consumare alcolici fino a superare il limite legale consentito per poter guidare potrebbe essere alla base della scelta di mettersi comunque alla guida di un veicolo pur non avendo uno stato psicofisico adatto per poterlo fare in sicurezza.

### **8.4 Caffaina come contromisura**

Riguardo all'assunzione di caffeina quale contromisura per contrastare gli effetti della deprivazione di sonno e dell'alcol sul sistema cognitivo, sembrerebbe che una bassa quantità, circa pari a quella assunta con un caffè o altri alimenti comuni, non sia sufficiente per ripristinare né lo stato di allerta né tantomeno la velocità e l'accuratezza della risoluzione dei conflitti cognitivi. Sembrerebbe invece che 100 milligrammi di questa sostanza possano avere un effetto positivo che sembra migliorare la capacità di inibizione di una risposta dominante, quando compromessa dalla deprivazione totale di sonno o dalla deprivazione totale di sonno associata al consumo di alcolici. Tuttavia, risulta opportuno mantenere una

certa prudenza nel trarre conclusioni e ricercare ulteriori conferme scientifiche. In merito alle possibili contromisure per contrastare gli effetti della sonnolenza sulla prestazione di guida e sui sottostanti aspetti cognitivi ancora non si è giunti a conclusioni condivise e alcuni autori sono del parere che la contromisura più efficace sembra quella di fermarsi e interrompere la guida quando ci si sente stanchi (Horne and Reyner, 1999; Verster et al., 2009).

### **8.5 Limiti e futuri sviluppi**

In merito all'obiettivo generale di questo lavoro, ovvero apportare un contributo alla sicurezza stradale attraverso lo studio di alcune delle componenti cognitive sottostanti al comportamento di guida, nonostante i peggioramenti osservati in alcuni casi, principalmente riguardo allo stato di allerta e al controllo esecutivo, bisogna necessariamente essere cauti nel generalizzare questi risultati alla prestazione di guida in contesti ecologici. Infatti, per usare una massima Gestaltica, è vero che i processi cognitivi sono fondamentali per l'esecuzione del comportamento di guida ma "il tutto è più della somma delle parti".

Bisogna inoltre tenere in considerazione che esistono diversi altri fattori che influenzano la prestazione di guida. Come hanno sottolineato Horne e Reyner (1995b), la monotonia e la durata della prestazione hanno un peso notevole nella qualità della prestazione stessa.

Relativamente alla monotonia sembra esserci una rilevante differenza tra una guida ripetitiva svolta in autostrada e una guida più varia e dinamica eseguita in strade statali. Relativamente alla durata sembrerebbe che all'aumentare di questa variabile diminuisca la qualità della prestazione. Verster e colleghi (2011) hanno infatti osservato che due ore continuate di guida notturna sembrano causare un decremento della prestazione pari a quello indotto da un tasso alcolemico di 0,5 g/L, così come 3 ore sembrano causare lo stesso effetto prodotto da una concentrazione alcolemica di 0,8 g/L.

Nel considerare i risultati ottenuti nel presente lavoro, prima di generalizzarli alla prestazione di guida, non bisogna trascurare che l'intera batteria dei test cognitivi somministrata è durata al massimo 30 - 40 minuti.

Un altro aspetto centrale che suggerisce di mantenere una ancor più importante cautela nel generalizzare i risultati riguarda i ritmi circadiani. Come sottolineato da

Horne e Reyner (1995b) questo aspetto viene spesso completamente trascurato. Nel presente lavoro si è scelto di considerare solo alcune fasce orarie, ritenute rappresentative di specifiche situazioni realistiche. Generalizzare i risultati ottenuti ad altre fasce orarie o trarre conclusioni senza considerare le variazioni circadiane sarebbe imprudente oltre che scorretto.

Un ulteriore aspetto da considerare è che in questo lavoro si è scelto di includere solo soggetti under 35 e come se non bastasse, per complicare il quadro della situazione, anche l'età sembra giocare un ruolo altrettanto centrale. (Horne e Reyner, 1995).

Prescindendo, senza tuttavia sminuire questi limiti, si è della convinzione che approfondire gli effetti della privazione di sonno e del consumo di alcolici sulla prestazione cognitiva rappresenti un aspetto importante che potrebbe comunque apportare un valido contributo al raggiungimento del rinnovato obiettivo dell'Unione Europea di dimezzare il numero di incidenti stradali entro il 2020. Infatti, nuove conoscenze potrebbero risultare utili, ad esempio, per progettare o programmare dispositivi di sicurezza da installare nelle autovetture, come i sistemi *interlock* per l'alcol o i *Driver Assistance System* per la sonnolenza; oppure per sviluppare nuovi metodi di valutazione della capacità di guida, o ancora più semplicemente per promuovere negli automobilisti comportamenti maggiormente responsabili e funzionali alla sicurezza.

## BIBLIOGRAFIA

- Alford, C., Hamilton-Morris, J., Verster J.C. (2012). The effects of energy drink in combination with alcohol on performance and subjective awareness, *Psychopharmacology*, 222 (3), 519 - 532.
- Anderson, C., Horne, J.A. (2006). Sleepiness Enhances Distraction During a Monotonous Task, *Sleep*, 29 (4), 573 - 576.
- Anderson, C., Wales, A.W.J., Horne, J.A. (2010). PVT Lapses Differ According to Eyes Open, Closed, or Looking Away, *Sleep*, 33 (2), 197 - 204.
- Antebi, D., (1982). The effects of alcohol on four choice serial reaction time, *Medicine, Science and the Law*, 22 (3), 181 - 188.
- Arnedt, J.T., Wilde, G.J.S., Munt, P.W., MacLean, A.W. (2000). Simulated driving performance following prolonged wakefulness and alcohol consumption: separate and combined contributions to impairment, *Journal of Sleep Research* 9 (3), 233 - 241.
- Aron, A.R. (2007). The Neural Basis of Inhibition in Cognitive Control, *The Neuroscientist*, 13 (3), 214 - 228.
- Arthur, W., Strong, M.H., Williamson, J. (1994). Validation of a visual attention test as a predictor of driving accident involvement, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 67 (2) 173 - 182.
- Azcona, O., Barbanoj, M.J., Torrent, j., Janè, F. (1995). Evaluation of central effects of alcohol and caffeine interaction, *British Journal of Clinical Pharmacology*, 40 (4), 393-400.
- Banks, S., Catcheside, P., Lack, L., Grunstein, R.R., MacEvoy R.D. (2004). Low Levels of Alcohol Impair Driving Simulator Performance and Reduce Perception of Crash Risk in Partially Sleep Deprived Subjects, *Sleep*, 27 (6), 1063 -1067.
- Barkley, R., Murphy, K.R., Dupaul, G.J., Bush, T. (2002). Driving in young adults with attention deficit hyperactivity disorder: Knowledge, performance, adverse outcomes, and the role of executive functioning, *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8 (5), 655–672.

- Barret, P.R., Horne, J.A., Reyner, L.A. (2004). Sleepiness Combined with Low Alcohol Intake in Women Drivers: Greater Impairment but Better Perception than Men?. *Sleep*, 27 (6), 1057 – 1062.
- Barrett, P.R., Horne, J.A., Reyner, L.A. (2005). Early evening low alcohol intake also worsens sleepiness-related driving impairment, *Human Psychopharmacology*, 20 (4), 287 - 290.
- Biggs, S.N., Smith, A., Dorrian, J., Reid, K., Dowson, D., van den Heuvel, C., Balk, S. (2007). Perception of simulated driving performance after sleep restriction and caffeine. *Journal of Psychosomatic Research*, 63 (6), 573 - 577.
- Binks, B.G., Waters, W.F., Hurry, M. (1999). Short-term total sleep deprivations does not selectively impair higher cortical functioning, *Sleep* 22 (3) 328 – 334.
- Bocca, M.L., Denise, P. (2006). Total sleep deprivation effect on disengagement of spatial attention as assessed by saccadic eye movements, *Clinical Neurophysiology*, 117 (4) 894 - 899.
- Brooke, M.M., Questad, K.A., Patterson, D.R., Valois T.A. (1992). Driving evaluation after traumatic brain injury, *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 71 (3), 177 - 182.
- Brown, I.D. (1994). Drive fatigue, *The Journal of Humans Factors and Ergonomics Society*, 36 (2), 298 - 314.
- Brunyé, T.T., Mahoney, C.R., Lieberman, H.R., Taylor H.A. (2010a). Caffeine modulates attention network function, *Brain and Cognition*, 72 (2), 181–188
- Brunyé, T.T., Mahoney, C.R., Lieberman, H.R., Giles, G.E., Taylor H.A. (2010b). Acute caffeine consumption enhances the executive control of visual attention in habitual consumers, *Brain and Cognition*, 74 (3), 186 - 192.
- Casagrande, M., Martella, D., Di Pace, E., Pirri, F., Guadalpi, F. (2006). Orienting and alerting: effect of 24 h of prolonged wakefulness, *Experimental Brain Research*, 171 (2) 184 -193.
- Clark, J. M. (1996). Contributions of inhibitory mechanisms to unified theory in neuroscience and psychology, *Brain and Cognition*, 30 (1), 127 - 152.
- Cohen, J., Dearnaley, E.J., Hanselm, C.E.M. (1958). The Risk Taken in Driving Under the Influence of Alcohol, *British medical Journal*, 1 (5085), 1438 -1442.

- Connor, J., Whitlock, G., Norton, R., Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies, *Accident Analysis and Prevention*, 33 (1) 31 - 41.
- Daigneault, G., Joly, P., Frigon, J.,Y. (2002). Executive Functions in the Evaluation of Accident Risk of Older Drivers, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24 (2), 221 - 238.
- Dinges, D.F., Kribbs, N.B. (1991). Performing while sleepy: effects of experimentally-induced sleepiness. In: *Sleep, Sleepiness and Performance* (Ed. T.H. Monk), John Wiley & Sons, 1991: 97 – 128.
- Dinges, D.F. (1995). An overview of sleepiness and accidents, *Journal of Sleep Research*, 4 (S2), 4 - 11.
- Dinges, D.F., Pack F., Williams, K., Gillen, K.A., Powell, J.W., Ott, J.E., Aptowicz, C., Pack, Al. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4–5 hours per night, *Sleep*, 20 (4,) 267 - 277.
- Denes, G., Pizzamiglio, L. (1996). Neuropsicologia dell'attenzione. In: *Manuale di Neuropsicologia, Normalità e Patologia dei Processi Cognitivi* (a cura di: Denes, G., Pizzamiglio, L.), Zanichelli editore.
- De Valck, E., Cluydts, R. (2001). Slow-release caffeine as a countermeasure to driver sleepiness induced by partial sleep deprivation, *Journal of Sleep Research*, 10 (3), 203 - 209.
- De Valck, E., De Groot, E., Cluydts, R. (2003). Effects of slow-release caffeine and a Nap on driving simulator performance after partial sleep deprivation, *Perceptual and Motor Skills*, 96 (1), 67 - 78.
- Dosi, G., Marturano, P., (2011). Il Metodo D per stimare il proprio tasso alcolemico (e altre possibilità per aumentare la consapevolezza dei conducenti di veicoli stradali). In: *Il sistema Ulisse per il monitoraggio dell'uso dei dispositivi di sicurezza in Italia*, Istituto Superiore di Sanità – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2011) 317 - 327.
- Dougherty, D.M., Marsh, D.M., Moeller, F.G., Cokshi, R.V., Rosen, V.C. (2000) Effects of moderate and high doses of alcohol on attention, impulsivity, discriminability, and response bias in immediate and delayed memory task

- performance, *Alcoholism: Clinical and experimental research*, 24 (11), 1702 - 1711.
- Drake, C.L., Roehrs, T., Turner, L., Scofield, H.M., Roth, T. (2003). Caffeine reversal of ethanol effects on the Multiple Sleep Latency Test, Memory, and Psychomotor Performance, *Neuropsychopharmacology*, 28 (2), 371 - 378.
- Durmer, J.S, Dinges, D.F. (2005). Neurocognitive Consequence of Sleep Deprivation, *Seminars in Neurology*, 25 (1), 117 - 129.
- Eriksen, B.A., Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143 - 149.
- Fallone, G., Acebo, C., Arnedt, J.T., Seifer, R., Carskadon, M.A. (2001). Effects of acute sleep restriction on behaviour, sustained attention, and response inhibition in children, *Perceptual and Motor Skills*, 93 (1), 213 - 229.
- Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, A., Posner, M.I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (3), 340 - 347.
- Fan, J., Raz, A., Posner, M.I. (2003). Attentional mechanisms. Encyclopedia of the Neurological Sciences. Elsevier Sciences, 292 - 299.
- Fan, J., Raz, A., Posner, M.I. (2004). Human Attentional Network, *Psychia Prax*, 31 (S2), 210 - 214.
- Fan, J., McCandliss, B.D., Fossella, J., Flombaum, J.I., Posner, M.I. (2005). The activation of attentional networks, *Neuroimage*, 26 (2), 471 - 479.
- Fan, J., Gu, X., Guise, G.K., Liu, X., Fossella, J., Wang, H., Posner, M.I. (2009). Testing the behavioral interaction and integration of attentional networks, *Brain Cognition*, 70 (2), 209 - 220.
- Ferreira, S.E., de Mello, M.T., Pompéia, S., de Sousa – Formigoni, M.L. (2006). Effects of energy drink ingestion on alcohol intoxication, *Alcoholism Clinical Experimental Research*, 30 (4), 598 - 605.
- Fillmore, M.T., Voget-Sprott, M. (1994). Psychomotor performance under alcohol and under caffeine: Expectancy and pharmacological effects, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 2 (4) 319 - 327.



- Fillmore, M.T., Voget-Sprott, M. (1997). Resistance to cognitive impairment under alcohol: The role of environmental consequences, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5 (3), 251 - 255.
- Fillmore, M.T., Carscadden, J. L., Volget-Sprott, M. (1998). Alcohol, cognitive impairment and expectancies, *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 59, 174 - 179.
- Fillmore, M.T., Roach, E.L., Rice, J.T. (2002). Does Caffeine Counteract Alcohol-Induced Impairment? The Ironic Effects of Expectancy. *Journal of studies on alcohol and drugs*, 63 (6), 745 - 754.
- Fimm, B., Willmes, K., Spijkers, W. (2006). The effect of low arousal on visuo-spatial attention, *Neuropsychologia*, 44 (8), 1261 - 1268.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R.B. Mangun, G.R. (2002). I Principi dell'attenzione. In: *Neuroscienze cognitive*, Zanichelli 2000, 230 – 249.
- George, S., Rogers, R.D., Duka, T. (2005). The acute effect of alcohol on decision making in social drinkers, *Psychopharmacology*, 182 (1), 160 - 169.
- Gershon, P., Shinar, D., Ronen, A., (2009). Evaluation of experience-based fatigue countermeasures, *Accident Analysis and Prevention*, 41 (5), 969 - 975.
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J., Dinges, D.F. (2009). Neurocognitive Consequence of Sleep Deprivation, *Seminars in Neurology*, 29 (4), 320 - 339.
- Gosselin A., De Koninck J., Campbell K.B. (2005) Total sleep deprivation and novelty processing: implications for frontal lobe functioning, *Clinical Neurophysiology*, 116 (1), 211 - 222.
- Gustafson, R. (1986a). Effect of moderate doses of alcohol on simple auditory reaction time in vigilance setting, *Perceptual and Motor Skills*, 62 (3), 683 - 690.
- Gustafson, R. (1986b). Alcohol and Vigilance performance: effect of mall doses of alcohol on simple visual reaction time, *Perceptual and Motor Skills*, 62 (3), 951 - 955.
- Heng, K., Hargarten, S., Layde, P., Craven, A., Zhu, S. (2006). Moderate alcohol intake and motor crashes: the conflict between health advantage at – risk use. *Alcohol and Alcoholism*, 41 (4), 451 - 454.

- Harrison, Y., Horne, J.A. (1997). Sleep deprivation affects speech, *Sleep*, 20 (10), 871 - 878.
- Harrison, Y., Horne, J.A. (1998). Sleep loss impairs short and novel language tasks having a prefrontal focus, *Journal of Sleep Research*, 7 (2), 95 - 100.
- Harrison, Y., Horne, J.A. (2000). The impact of sleep deprivation on decision making: a review, *Journal of Experimental Psychology Applied*, 6 (3), 236 - 249.
- Hasenfratz, M., Bunge, A., Dal Prà, G., Bättig, K. (1993) Antagonistic effects of caffeine and alcohol on mental performance parameters, *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 46 (2), 463 - 465.
- Heuer, H., Kleinsorge, T., Klein, W., Kolisch, O. (2004). Total sleep deprivation increases the costs of shifting between simple cognitive tasks, *Acta Psychologica*, 117 (1), 29 - 64.
- Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., Dement, W.C. (1973). Quantification of sleepiness: a new approach, *Psychophysiology*, 10 (4), 431 - 436.
- Horne, J.A., Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms, *International Journal of Chronobiology*, 4 (2), 97 - 110.
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (1995a). Sleep related vehicle accidents, *British Medical Journal*, 310 (6979), 556 - 567.
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (1995b). Driver sleepiness, *Journal of sleep research*, 4 (S2), 23 - 29.
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (1996). Counteracting driver sleepiness: effects of napping, caffeine and placebo, *Psychophysiology*; 33 (3), 306 - 309.
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (1999). Vehicle accidents related to sleep: a review, *Occupational and Environmental Medicine*, 56 (5), 289 - 294.
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (2001). Beneficial effects of an “energy drink” given to sleepy drivers, *Amino Acids*, 20 (1), 83 - 89.

- Horne, J.A., Reyner, L.A., Barrett, P.R. (2003). Driving impairment due to sleepiness in exacerbated by low alcohol intake, *Occupational and Environmental Medicine*, 60 (9), 689 - 692.
- Howard, M.E., Jackson, L.M., Kennedy, G.A., Swann, P., Barnes, M., Pierce, R.J. (2007) The Interactive Effects of Extended Wakefulness and Low-dose Alcohol on Simulated Driving and Vigilance, *Sleep*, 30 (10), 1334 - 1340.
- Howard, M.E., Marczynski, C.A., (2010). Acute effects of a glucose energy drink on behavioral control, *Experimental Clinic Psychopharmacology*, 18 (6), 553 - 61.
- Howard, M.E., Jackson, M.L., Berlowitz, D., O'Donoghue, F., Swann, P., Westlake, J., Wilkinson, V., Pierce, R.J. (2014). Specific sleepiness symptoms are indicators of performance impairment during sleep deprivation, *Accident, Analysis and Prevention*, 62, 1 - 8.
- Howland J., Rohsenow D.J., Arnedt J.T., Bliss, C.A., Hunt, S.K., Calise, T.V., Heeren, T., Winter, M., Littlefield, C., Gottlieb, D.J. (2011) The acute effects of caffeinated versus non-caffeinated alcoholic beverage on driving performance and attention/reaction time, *Addiction*, 106 (2), 335 - 341.
- Huntley, M.S., Centybear, T.M. (1974). Alcohol, sleep deprivation, and driving speed effects upon control use during driving, *Human Factors*, 16 (1) 19 - 28.
- IOM (2001). Institute of Medicine. Committee on Military Nutrition Research, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Caffeine for the Sustainment of Mental Task Performance: Formulations for Military Operations. Washington National Academy Press.
- Jugovac, D., Muroni, A.F., Cavallero, C. (2009). Alcol e riduzione di sonno: uno studio sperimentale sull'attenzione. *Atti della XIV Riunione Annuale , Società Italiana di Ricerca sul Sonno*.
- Jugovac, D., Cavallero, C. (2012). Twenty-Four Hours of Total Sleep Deprivation Selectively Impairs Attentional Networks, *Experimental Psychology*, 59 (3), 115 - 123.
- Killgore, W.D.S., Balkin, T.J., Wesensten N.J. (2006). Impaired decision making following 49 h of sleep deprivation. *Journal of Sleep Research*, 15 (1), 7 - 13.

- Killgore, W.D.S., Kahn-Greene, E.T., Killgore, D.B., Kamimori, G.H., Balkin, T.J. (2007). Effects of acute caffeine withdrawal on Short Category Test performance in sleep-deprived individuals, *Perceptual and Motor Skills*, 105 (3Pt2), 1265 - 1274.
- King, A.C., Byars, J.A. (2004). Alcohol-induced performance impairment in heavy episodic and light social drinkers, *Journal of Studies on Alcohol*, 65 (1), 27 - 36.
- Koelega, H.S. (1995). Alcohol and vigilance performance: a review, *Psychopharmacology*, 118 (3), 233 - 249.
- Kostyniuk, L.P., Eby, D.W., (1998). Exploring rear-end roadway crashes from the driver's perspective, *Report No. UMTRI-98-52*, University of Michigan Transportation Research Institute.
- Lagarde, D., Batéjat, D., Sicard, B., Trocherie, S., Chassard, D., Enslin, M., Chauffard, F. (2000). Slow-release caffeine: a new response to the effects of a limited sleep deprivation, *Sleep*, 23 (5), 651 - 661.
- Lengenfelder, J., Schultheis, M.T., Al-Shihabi, T.M.S., Mourant, R., DeLuca, J. (2002). Divided Attention and Driving: A Pilot Study Using Virtual Reality Technology, *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17 (1), 26 - 37.
- Lenne, M.G., Triggs, T., Redman, J.R. (1999). Alcohol time of day and driving experience: Effects on simulated driving performance and subjective mood, *Transportation Human Factors*, 1, 331 - 346.
- Lieberman, H.R., Wurtman, R.J., Emde, G.G., Roberts, C., Coviella I.L. (1987). The effects of low doses of caffeine on human performance and mood. *Psychopharmacology*, 92 (3), 308 - 312 .
- Liguori, A., D'Agostino, R.B. Jr., Dworkin, S.I., Edwards, D., Robinson, J.H. (1999). Alcohol effects on mood, equilibrium, and simulated driving, *Alcoholism Clinical Experimental Research*, 23 (5), 815 - 21.
- Liguori, A., Robinson, J.H. (2001). Caffeine antagonism of alcohol-induced driving impairment, *Drug and Alcohol Dependence*, 63 (2), 123 - 129.
- Lim, J., Dinges, D.F. (2008). Sleep Deprivation and Vigilant Attention, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129, 305 - 322.

- Logan, G.D., Cowan, W.B. (1984a). On the ability to inhibit thought and action: a theory of an act of control, *Psychological Review*, 91 (3), 295 - 327.
- Logan, G.D., Cowan, W.B., (1984b). On the Ability to Inhibit Simple and Choice Reaction Time Responses: A Model and a Method, *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 10 (2), 276 - 291.
- Logan, G.D., (1994). On the ability to inhibit thought and action: a users' guide to the stop signal paradigm, In: *Inhibitory Processes in Attention, Memory and Language* (Eds. Dagenbach, D., Carr, T.H.), Academic Press, San Diego.
- Logan, G.D., Schachar, R.J., Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control, *Psychological Science*, 8 (1), 60 - 64.
- Lucidi F., Devoto A., Bertini M., Braibanti, P., Violani, C. (2002). The effects of sleep debt on vigilance in young drivers: an education/research project in high schools, *Journal of Adolescence*, 25 (4), 405 - 414.
- MacLeod, C.M. (2007). The concept of inhibition in cognition, In: *Inhibition in Cognition* (Gorfein, D.S., MacLeod, C.N., Eds.) Washington APA, 3 - 24.
- Mallia, L., Lucidi, F., Devoto, A., Violani, C. (2007). Sonnolenza e incidenti stradali: una rassegna della letteratura. *Rassegna di Psicologia*, 1, 129 - 153.
- Marcus, C.L., Loughlin, G.M. (1996). Effect of sleep deprivation on driving safety in housestaff, *Sleep*, 19 (10), 763 - 6.
- Marczinski, C.A., Fillmore, M.T. (2003a). Dissociative antagonistic effects of caffeine on alcohol-induced impairment of behavioral control, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 11 (3), 228 - 236.
- Marczinski, C.A., Fillmore, M.T. (2003b). Preresponse Cues Reduce the Impairing Effects of Alcohol on the Execution and Suppression of Responses, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 11 (1), 110 - 117.
- Marczinski, C.A., Fillmore, M.T. (2006). Clubgoers and their trendy cocktails: Implications of mixing caffeine into alcohol on information processing and subjective reports of intoxication, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 14 (4), 450 - 458.
- Marczinski, C.A., Grant, E.C., Grant, J.V. (2009). Binge drinking in adolescents and college student, Nova science Publishers Inc.

- Marczinski, C.A., Fillmore, M.T., Bardgett, M.E., Howard, M.A. (2011). Effects of energy drinks mixed with alcohol on behavioral control: Risks for college students consuming trendy cocktails, *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 35 (7), 1282 - 1292.
- Marczinski, C.A., Fillmore, M.T., Henges, A.L., Ramsey, M.A., Young, C.R. (2012) Effects of energy drink mixed with alcohol of information processing, motor coordination and subjective report of intoxication, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 20(2), 129 - 138.
- Martella, D., Casagrande, M., Lupiáñez, J. (2011). Alerting, orienting and executive control: the effects of sleep deprivation on attentional networks, *Experimental Brain Research*, 210 (1), 81 - 99.
- Mckenna, B.S., Dicjinson, D.L., Orff, H.J., Drummond, S.P. (2007). The effects of one night of sleep deprivation on known-risk and ambiguous risk decisions, *Journal of Sleep Research*, 16 (3) 245 - 252.
- Mets, M.A.J., Ketzner S., Blom C., van Gerven, M.H., van Willigenburg, G.M., Olivier, B., Verster, J.C. (2011). Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving, *Psychopharmacology*, 214 (3), 737 - 745.
- Monk, T.H. (1989). A Visual Analogue scale technique to measure global vigor and affect, *Psychiatry Research*, 27 (1), 89-99.
- Moskowitz, H., Robinson, C. D. (1988). Effects of Low Doses of Alcohol on Driving-Related Skills: A Review of the Evidence. U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration.
- Moskowitz, H., Fiorentino, D. (2000). A review of a Literature on the Effects of Low Doses of Alcohol on Driving-Related Skills”. U.S. Department of Transportation – National Highway Traffic Safety Administration.
- Muto, V., Haffii-le Bourdiec, A., Matarazzo, L., Foret, A., Mascetti, L., Jaspar, M., Vandewalle, G., Phillips, C., Degueldre, C., Balteau, E, Luxen, A., Collette, F., Maquet, P. (2012). Influence of acute sleep loss on the neural correlates of alerting, orientating and executive attention components, *Journal of Sleep Research*, 21 (6), 648 - 658.

- Nigg, J.T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy, *Psychological Bulletin*, 126 (2), 220 - 246.
- Osborne, D.J., Rogers, Y. (1983). Interactions of alcohol and caffeine on human reaction time, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 54 (6), 528 - 534.
- Parasuraman, R., Warm, J.S., See, J.E. (1998). Brain systems of vigilance. In: *The attentive brain*, (Ed. Parasuraman, R.), MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Patat, A., Rosenzweig, P., Enslin, M., Trocherie, S., Miget, N., Bozon, M.C., Allain, H., Gandon, J.M. (2000). Effects of a new slow release formulation of caffeine on EEG, psychomotor and cognitive functions in sleep-deprived subjects, *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 15 (3), 153 - 170.
- Peeke, S.C., Callaway, E., Jones, R.T., Stone, G.C., Doyle, J. (1980). Combined effects of alcohol and sleep deprivation in normal young adults. *Psychopharmacology*, 67 (3) 279 - 287.
- Penetar, D., McCann, U., Thorne, D., Kamimori, G., Galinski, C., Sing, H., Thomas, M., Belenky, G. (1993). Caffeine reversal of sleep deprivation effects on alertness and mood, *Psychopharmacology*, 112 (2-3), 359 – 365.
- Philip, P., Taillard, J., Moore, N., Delord, S., Valtat, C., Sagaspe, P., Bioulac, B. (2006) The effects of coffee and napping on nighttime highway driving: a randomized trial, *Annals of Internal Medicine*, 144 (11), 785 - 791.
- Posner, M.I. (1978). Chronometric explorations of mind. Erlbaum, Engewood Heights, NJ.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention, *Quarterly journal of experimental psychology*, 32, 3 - 25.
- Posner, M.I., Petersen, S.E. (1989). The attention system of the human brain, In: *Annals of Neuroscience*, 13, 25 - 42.
- Posner, M.I., Raichle, M.E. (1994). Images of mind. Scientific American Library, New York.



- Posner, M.I., DiGirolamo, G.J. (1998). Executive attention: conflict, target detection, and cognitive control". In: *The Attentive Brain* (Ed. Parasuraman, R.), MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Posner, M.I., Rothbart, M.K. (2007). Research on Attention Networks as a Model for the Integration of Psychological Science, *Annual of Review Psychology*, 58, 1 - 23.
- Reyner, L.A., Horne, J.A. (2000). Early morning driver sleepiness: effectiveness of 200 mg caffeine, *Psychophysiology*, 37 (2), 251 - 6.
- Reyner, L.A., Horne, J.A. (2002). Efficacy of a 'functional energy drink' in counteracting driver sleepiness, *Physiology and Behavior*, 75 (3), 331 - 335.
- Ridderinkhof, R.K., Vlugt, Y., Bramlage, A., Spaan, M., Elton, M., Snel, J., Band, G.P. (2002). Alcohol consumption, impairs detection of performance errors in mediofrontal cortex". *Science*, 298 (5601), 2209 - 2211.
- Roca, J., Castro, C., Lopéz – Ramón, M.F., Lupiáñez, J. (2011). Measuring vigilance while assessing the functioning of the three attentional networks: *the ANTI – Vigilant task*, *Journal of Neuroscience Methods*, 198 (2), 312 - 324.
- Roca, J., Crundall, D., Moreno-Ríos, S., Castro, C., Lupiáñez, J. (2013). The influence of differences in the functioning of the neurocognitive attentional networks on driver's performance, *Accident Analysis and Prevention*, 50, 1393 - 1206.
- Roehrs, T., Beare, D., Zorick, F., Roth, T. et al., (1994). Sleepiness and ethanol effects on simulated driving, *Alcoholism Clinical and Experimental Research*, 18 (1) 154 - 158.
- Roehrs, T., Petrucelli, N., Roth, T. (1996). Sleep restriction, ethanol effects and time of day, *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 11 (3), 199 - 204.
- Sagaspe, P., Charles, A., Taillard, J., Bioulac, B., Philip, P. (2003). Inhibition and working memory: effect of acute sleep deprivation on a random letter generation task, *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 57 (4), 265 - 273.



- Schultheis, M.T., Garay, E., DeLuca, J., (2001). The influence of cognitive impairment on driving performance in multiple sclerosis, *Neurology*, 56 (8) 1089 - 1094.
- Shults, R.A., Elder, R.W., Sleet, D.A., Nichols, J.L., Alao, M.O., Carande-Kulis, V.G., Zaza, S., Sosin, D.M., Thompson, R.S. (2001). Reviews of Evidence Regarding Interventions to Reduce Alcohol-Impaired Driving, *American Journal of Preventive Medicine*, 21 (4S), 66 - 88.
- Schulte, T., Müller-Oehring, E.M., Strasburger, H., Warzel, H., Sabel, B.A. (2001). Acute effects of alcohol on divided and covert attention in men, *Psychopharmacology*, 154 (1) 61 - 69.
- Sternberg, R.J., (2000). Attenzione e Coscienza. In: *Psicologia cognitiva*, (a cura di, Olivetti Belardinelli, M.) Piccin Editore.
- Taggi, F., Dosi, G., Giustini, M., Maturano, P., Macchia, T. (2011). Riflessioni statistico-epidemiologiche su alcuni dati dell'Osservatorio Permanente delle Stragi del Sabato Sera, In: *Il sistema Ulisse per il monitoraggio dell'uso dei dispositivi di sicurezza in Italia*, Istituto Superiore di Sanità – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2011) 293 -317.
- Umiltà G. (1997). L'attenzione spaziale, In: *Manuale di psicologia generale*, (a cura di: Legrenzi P.), Mulino Editore.
- Urrila, A.S., Stenuit, P., Huhdankoski, O., Kerkhofs, M., Porkka-Heiskanen, T. (2007). Psychomotor vigilance task performance during total sleep deprivation in young and postmenopausal women, *Behavioural Brain Research*, 180 (1), 42 - 47.
- Vaculin, A., Baulk, S.D., Catcheside, P.G., Anderson, R., van den Heuvel, C.J., Banks, S, McEvoy. R.D. (2007). Effects of moderate sleep deprivation and low – dose alcohol on driving simulator performance and perception in young man, *Sleep*, 30 (10), 1327 - 1333.
- Van den Berg, J., Neely, G. (2006). Performance on a simple reaction time task while sleep deprived, *Perceptual and Motor Skills*, 102 (2), 589 - 599.
- Versace, F., Cavallero, C., De Min Tona, G., Mozzato, M., Stegagno, L. (2006). Effects of sleep reduction on spatial attention, *Biological Psychology*, 71 (3), 248 - 255.

- Verster, J.C., Pandi-Perumal, S.R., Ramaekers, J.H.G., De Gier, J.J. Drugs, Driving and Traffic Safety. Basel, Springer, Birkha user, 2009.
- Verster, J.C., Taillard, J., Sagaspe, P., Olivier, B., Philip, P. (2011). Prolonged nocturnal driving can be dangerous as severe alcohol impaired-driving, *Journal of sleep research* 20 (4), 585 - 588.
- Verster, J.C., Bervoets, A.C., deKlerk, S., Roth, T. (2014). Lapses of attention as outcomes measure of the on-the-road driving test, *Psychopharmacology* 231 (1), 283 - 292.
- Vogel-Sprott, M., Easdon, C., Fillmore, M., Finn, P., Justus, A. (2001). Alcohol and behavioral control: Cognitive and neural mechanisms, *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 25 (1), 117–121.
- Wang, H., Fan, J., Liang, H. L. (2004). Toward a multilevel analysis of human attentional networks, 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, paper 425, Chicago
- Weaver, B., Bédarda, M., McAuliffed, J., Parkkari, M. (2009). Using the Attention Network Test to predict driving test scores, *Accident Analysis and Prevention*, 41 (1), 76 - 83.
- Weissenborn, R., Duka, T. (2003). Acute alcohol effects on cognitive function in social drinkers: their relationship to drinking habits, *Psychopharmacology*, 165 (3), 306 - 312.
- Williamson, A.M., Feyer, A.M. (2000). Moderate sleep deprivation impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication. *Occupational and Environmental Medicine*, 57 (10), 649 - 655.
- Wesensten, N.J., Killgore, W.D.S., Balkin, T.J. (2005). Performance and alertness effects of caffeine, dextroamphetamine, and modafinil during sleep deprivation, *Journal of Sleep Research*, 14 (3), 255 - 266.
- Woldorff, M.G., Matzke, M., Zamarripa, F., Fox, P.T. (1999). Hemodynamic and electrophysiological study of the role of the anterior cingulate in target-related processing and selection for action, *Human Brain Mapping*, 8 (2-3), 121 - 127.

---

## APPENDICE

---

- 
- (a) *Morningness – Eveningness Questionnaire*
  - (b) *Stanford Sleepiness Scale*
  - (c) *Global Vigor – Affect Scale*
  - (d) *Moduli di consenso informato*
  - (e) *Attigrafo*
  - (f) *Etilometro*
-

### (a) Morningness – Eveningness Questionnaire

Data \_\_\_\_\_  
Soggetto numero \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Cognome \_\_\_\_\_  
Età \_\_\_\_\_

Indichi per ogni domanda la risposta che meglio descrive il suo comportamento:

- a) Per sentirsi pienamente “in forma”, a che ora si alzerebbe la mattina se fosse completamente libero di pianificare la sua giornata? Ore \_\_\_\_\_ minuti \_\_\_\_\_
- 
- b) Per sentirsi pienamente “in forma”, a che ora andrebbe a letto se fosse completamente libero di pianificare la sua serata? Ore \_\_\_\_\_ minuti \_\_\_\_\_
- 
- c) Se al mattino deve alzarsi ad un’ora specifica, in che misura ha bisogno della sveglia o di qualcuno che la svegli?  per niente  
 leggermente  
 abbastanza  
 molto
- 
- d) Al risveglio al mattino in condizioni ottimali (stanza calda o fresca a seconda della stagione, colazione pronta, ecc), quanto trova difficile alzarsi dal letto?  molto difficile  
 non molto facile  
 abbastanza facile  
 molto facile
- 
- e) In che misura si sente “sveglio” durante la prima mezz’ora dopo essersi svegliato?  per niente sveglio  
 leggermente sveglio  
 abbastanza sveglio  
 molto sveglio
- 
- f) Di solito com’è il suo appetito durante la prima mezz’ora dopo essersi svegliato?  molto scarso  
 abbastanza scarso  
 abbastanza forte  
 molto forte
- 
- g) Quanto si sente stanco nella prima mezz’ora dopo il risveglio?  molto stanco  
 abbastanza stanco  
 abbastanza riposato  
 molto riposato
- 
- h) Quando non ha impegni per il giorno dopo a che ora va a letto rispetto alla solita ora?  quasi sempre alla stessa ora  
 meno di un’ora più tardi  
 una o due ore più tardi  
 più di due ore più tardi
- 
- i) Ha deciso di impegnarsi in qualche esercizio fisico. Un amico le suggerisce che dovrebbe farlo per un’ora due volte alla settimana e che l’ora migliore è tra le 7 e le 8 del mattino. Tenendo a mente esclusivamente il suo ritmo del “sentirsi in forma”, come se la caverebbe a quell’ora?  sarei in ottima forma  
 sarei in buona forma  
 lo troverei difficile  
 lo troverei molto difficile
- 
- l) A che ora si sente stanco la sera e di conseguenza avverte il bisogno di dormire? ore \_\_\_\_\_ minuti \_\_\_\_\_

<p>m) Desidera dare la massima prestazione in un test che, sa già, la stancherà mentalmente, perché dura due ore. E' del tutto libero di pianificare la sua giornata. Considerando solo il suo ritmo del "sentirsi in forma", in quale di questi quattro periodi sceglierebbe di svolgere il test?</p>	<p><input type="checkbox"/> 08:00 – 10:00  <input type="checkbox"/> 11:00 – 13:00  <input type="checkbox"/> 15:00 – 17:00  <input type="checkbox"/> 19:00 – 21:00</p>
<p>n) Se andasse a letto alle 11 di sera, a che livello di stanchezza sarebbe?</p>	<p><input type="checkbox"/> per niente stanco  <input type="checkbox"/> un po' stanco  <input type="checkbox"/> abbastanza stanco  <input type="checkbox"/> molto stanco</p>
<p>o) Per qualche ragione è andato a letto parecchie ore più tardi del solito, ma non ha bisogno di alzarsi a un'ora particolare la mattina dopo. A che ora si sveglierebbe?</p>	<p><input type="checkbox"/> alla solita ora e mi alzo  <input type="checkbox"/> alla solita ora e poi sonnacchio  <input type="checkbox"/> alla solita ora ma poi mi riaddormento  <input type="checkbox"/> più tardi della solita ora</p>
<p>p) Una notte deve rimanere sveglio tra le 4 e le 6 del mattino per fare un turno di lavoro. Non ha impegni per il giorno dopo. Quale delle seguenti alternative sceglierebbe?</p>	<p><input type="checkbox"/> non dormo prima, e vado a letto solo dopo  <input type="checkbox"/> faccio un sonnellino prima, e dormo dopo  <input type="checkbox"/> dormo prima, e faccio un sonnellino dopo  <input type="checkbox"/> dormo prima, e dopo rimango sveglio</p>
<p>q) Deve fare due ore di duro lavoro fisico. E' completamente libero di pianificare la sua giornata. Considerando solo il suo ritmo del "sentirsi in forma", quale dei seguenti periodi sceglierebbe?</p>	<p><input type="checkbox"/> 08:00 – 10:00  <input type="checkbox"/> 11:00 – 13:00  <input type="checkbox"/> 15:00 – 17:00  <input type="checkbox"/> 19:00 – 21:00</p>
<p>r) Ha deciso di impegnarsi in qualche esercizio fisico. Un amico le suggerisce che dovrebbe farlo per un'ora due volte alla settimana e che l'ora migliore è tra le 10 e le 11 di sera. Tenendo a mente esclusivamente il suo ritmo del "sentirsi in forma", come se la caverebbe a quell'ora?</p>	<p><input type="checkbox"/> sarei in ottima forma  <input type="checkbox"/> sarei in buona forma  <input type="checkbox"/> lo troverei difficile  <input type="checkbox"/> lo troverei molto difficile</p>
<p>s) Supponga di poter scegliere le sue ore di lavoro, avendo un lavoro molto interessante (pienamente corrispondente alle sue aspirazioni) della durata di cinque ore al giorno (compresi gli intervalli) e sapendo che per ottenere buoni risultati deve essere in "ottima forma", quali cinque ore consecutive sceglierebbe?</p>	<p>dalle  ore ____ minuti ____    alle  ore ____ minuti ____</p>
<p>t) A che ora del giorno pensa di raggiungere la massima forma?</p>	<p>ore ____ minuti ____  Il mattino ( ) o la sera ( ) ?</p>
<p>u) Si sente parlare di due tipi di persone, uno più attivo al mattino e l'altro alla sera. A quale di questi due tipi pensa di appartenere?</p>	<p><input type="checkbox"/> decisamente più attivo al mattino  <input type="checkbox"/> un po' più attivo alla mattina rispetto alla sera  <input type="checkbox"/> un po' più attivo alla sera rispetto alla mattina  <input type="checkbox"/> decisamente più attivo alla sera</p>

**(b) Stanford Sleepiness Scale**

Segna il numero corrispondente ad una delle definizioni sotto elencate che meglio descrive il tuo stato attuale.

- 1 Mi sento vitale e attivo, vigile, ampiamente sveglio.
- 2 Sto funzionando ad un alto livello, ma non al massimo, sono in grado di concentrarmi.
- 3 Mi sento rilassato, sveglio, non del tutto vigile, responsivo.
- 4 Sono un po' annebbiato, non al massimo, un po' giù.
- 5 Mi sento annebbiato, sto cominciando a perdere interesse a rimanere sveglio, sto scivolando giù.
- 6 Mi sento assonnato, preferirei stare sdraiato, sto combattendo il sonno.
- 7 Sto quasi fantasticando, presto mi addormenterò, sto perdendo la lotta per rimanere sveglio.

**(c) Global Vigor – Affect Scale**

**Quanto ti senti vigile?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti triste?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti teso?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto sforzo ti costa fare qualcosa?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti felice?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti stanco?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti calmo?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**Quanto ti senti assonnato?**

poco \_\_\_\_\_ moltissimo

**(d) Moduli di consenso informato**

LABORATORIO DI PSICOFISIOLOGIA DEL SONNO  
Facoltà di Psicologia  
Università di Trieste

**CONSENSO INFORMATO 2010**

L'esperimento a cui parteciperai ha lo scopo di indagare, mediante la rilevazione di alcuni indici comportamentali (attraverso questionari e test), gli effetti della mancanza di sonno abbinati all'assunzione di alcolici e caffeina sulla vigilanza e su alcune caratteristiche dell'attenzione. L'esperimento avrà una durata complessiva di circa 50 ore, distribuite in 2 sessioni notturne e 2 diurne, e si svolgerà presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli Studi di Trieste.

In 1 delle 2 sessioni notturne ti verrà chiesto di presentarti presso il Dipartimento ad un orario precedentemente concordato, di trascorrere una notte insonne e di consumare liberamente delle bevande alcoliche a tua scelta, secondo le tue abitudini comportamentali (fatti salvi i limiti imposti dal bere in maniera responsabile). Viceversa, nella restante sessione notturna ti verrà richiesto di partecipare alla stessa serata senza assumere alcun tipo di bevanda alcolica. In entrambe le sessioni, attorno alle 5:00 del mattino, ti verrà richiesto di svolgere le sessioni sperimentali di raccolta dati.

Durante 1 delle 2 sessioni diurne, ti verrà chiesto di presentarti presso il Dipartimento ad un orario precedentemente concordato per svolgere una sessione di raccolta dati seguente ad una notte di sonno regolare, senza che tu abbia consumato sostanze alcoliche. Nella restante sessione ti verrà chiesto di presentarti presso il Dipartimento ad un orario precedentemente concordato per svolgere una sessione di raccolta dati seguente ad una notte di sonno regolare; in questa sessione, prima di recarti in Dipartimento, ti sarà chiesto di consumare un aperitivo alcolico secondo le tue abitudini comportamentali (fatti salvi i limiti imposti dal bere in maniera responsabile).

Durante le sessioni diurne ti verrà chiesto di dormire normalmente a casa una quantità di sonno adeguata e comunque **non inferiore alle 6 ore**. Tale consegna sarà verificata tramite un attigrafo, uno strumento che ti verrà consegnato il giorno precedente la sessione diurna e del quale ti verrà spiegato il funzionamento. Ti preghiamo di conservarlo con estrema cura e cautela, evitando rigorosamente allo stesso un qualsiasi contatto con l'acqua.

Sarai libero di interrompere l'esperimento in qualunque momento, ma se deciderai di portarlo a termine, la tua partecipazione verrà ricompensata con 2 CFU.

I dati raccolti non verranno divulgati se non in forma accorpata e per motivi scientifici.

**N.B. Una ridotta quantità di sonno e il consumo di alcolici possono indurre forte sonnolenza e provocare un rallentamento dei riflessi anche marcato. Risulta pertanto assolutamente sconsigliabile mettersi alla guida dopo le sessioni sperimentali. Ti invitiamo inoltre ad evitare situazioni potenzialmente pericolose fino al termine di ciascuna sessione sperimentale.**

Il sottoscritto ..... dichiara di essere stato informato sul protocollo sperimentale e di accettarne le condizioni.

Trieste, li.....

.....



LABORATORIO DI PSICOFISIOLOGIA DEL SONNO  
Facoltà di Psicologia  
Università di Trieste

### CONSENSO INFORMATO 2011

L'esperimento a cui parteciperai ha lo scopo di indagare, mediante la rilevazione di alcuni indici comportamentali (attraverso questionari e test), gli effetti della mancanza di sonno abbinati all'assunzione di alcol e caffeina sulla vigilanza e su alcune caratteristiche dell'attenzione. L'esperimento avrà una durata complessiva di circa 75 ore, distribuite in 4 sessioni notturne e 2 diurne, e si svolgerà presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli Studi di Trieste.

Nelle sessioni diurne ti verrà chiesto di presentarti, ad un orario precedentemente concordato, presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno dell'Università di Trieste, dopo aver trascorso una regolare (minimo 6 ore) notte di sonno, senza aver consumato caffeina e alcolici. In una delle due sessioni ti verrà chiesto di assumere della caffeina in capsule.

Nelle sessioni notturne ti verrà chiesto di presentarti, ad un orario precedentemente concordato, presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno dell'Università di Trieste, senza che tu abbia riposato nel pomeriggio. Ti verrà chiesto di trascorrere una nottata insonne fino alle 9 del mattino circa. In alcune sessioni ti verrà chiesto di consumare liberamente bevande alcoliche secondo le tue abitudini comportamentali e/o di assumere della caffeina in capsule.

Durante le sessioni diurne ti verrà chiesto di dormire normalmente a casa una quantità di sonno adeguata e comunque non inferiore alle 6 ore. Tale consegna sarà verificata tramite un attigrafo, uno strumento che ti verrà consegnato il giorno precedente la sessione diurna e del quale ti verrà spiegato il funzionamento. Ti preghiamo di conservarlo con estrema cura e cautela, evitando rigorosamente allo stesso un qualsiasi contatto con l'acqua.

Sarai libero di interrompere l'esperimento in qualunque momento, ma se deciderai di portarlo a termine, la tua partecipazione verrà ricompensata con 3 CFU.

I dati raccolti non verranno divulgati se non in forma accorpata e per motivi scientifici.

**N.B. Una ridotta quantità di sonno abbinata e il consumo di alcolici possono indurre forte sonnolenza e provocare un rallentamento dei riflessi anche marcato. Risulta pertanto assolutamente sconsigliabile mettersi alla guida dopo le sessioni sperimentali. Ti invitiamo inoltre ad evitare situazioni potenzialmente pericolose fino al termine di ciascuna sessione sperimentale.**

Il sottoscritto ..... dichiara di essere stato informato sul protocollo sperimentale e di accettarne le condizioni. Dichiara inoltre di non essere allergico all'alcol o alla caffeina.

Trieste, li.....

.....

### CONSENSO INFORMATO 2012

L'esperimento a cui parteciperai ha lo scopo di indagare, mediante la rilevazione di alcuni indici comportamentali (attraverso questionari e test), dell'assunzione di alcol e caffeina sulla vigilanza e su alcune caratteristiche dell'attenzione. L'esperimento avrà una durata complessiva di circa 25 ore, distribuite in 4 sessioni diurne, e si svolgerà presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli Studi di Trieste.

Ti verrà chiesto di presentarti presso il Laboratorio di psicofisiologia del sonno ad un orario precedentemente concordato (indicativamente alle 18:30). Ti verrà chiesto di non consumare bevande o alimenti contenenti della caffeina dopo le 14:30. In alcune sessioni ti sarà chiesto di assumere della caffeina in capsule o di consumare liberamente delle bevande alcoliche secondo le tue abitudini comportamentali.

Sarai libero di interrompere l'esperimento in qualunque momento, ma se deciderai di portarlo a termine, la tua partecipazione verrà ricompensata con 1 CFU.

I dati raccolti non verranno divulgati se non in forma accorpata e per motivi scientifici.

**N.B. Il consumo di alcolici può indurre sonnolenza e provocare un rallentamento dei riflessi anche marcato. Risulta pertanto assolutamente sconsigliabile mettersi alla guida dopo le sessioni sperimentali nelle quali si sono assunti alcolici. Ti invitiamo inoltre ad evitare situazioni potenzialmente pericolose fino al termine di ciascuna sessione sperimentale.**

Il sottoscritto ..... dichiara di essere stato informato sul protocollo sperimentale e di accettarne le condizioni. Dichiara inoltre di non essere allergico all'alcol o alla caffeina.

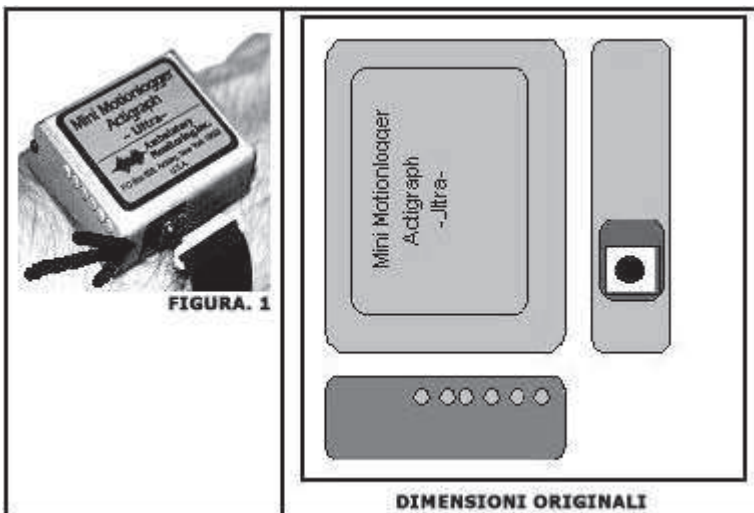
Trieste, li.....

.....

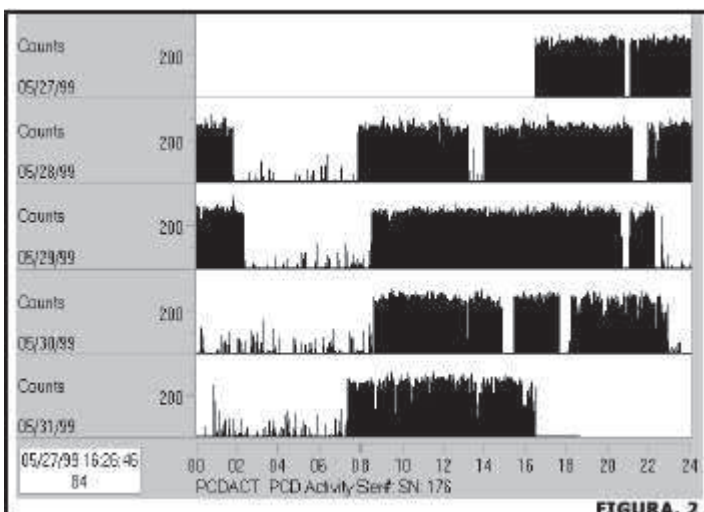
**(e) Attigrafo**

L'attigrafo (figura n°7) è uno strumento che misura il numero di movimenti per minuto. Questo strumento ha un orologio interno che scandisce il tempo minuto per minuto, se in un determinato minuto un movimento ha una accelerazione che supera 0.1 G l'attigrafo misura, per quel minuto, un valore di 1, se invece succede che in quel minuto ci sono 2 o 3 movimenti che superano 0.1G, allora quel minuto avrà un valore di 2 o 3; e così via per tutte le unità di tempo che vanno dal momento in cui è stato acceso fino al momento in cui verrà spento. Da questi dati viene ricavato un grafico come quello in figura. n°8.

*Figura n°7 – Attigrafo*



*Figura n°8 – Grafico dati attigrafo*



L'attigrafo dà informazioni rispetto al sonno, ma non è uno strumento i cui dati sono sufficienti per fare una ricostruzione precisa di tale comportamento, per avere informazioni dettagliate i dati dell'attigrafo devono essere affiancati con dati derivati da altri strumenti, ad esempio dati EEG.

L'attigrafo su un lato è dotato di un pulsante (quello che nella foto è indicato da una freccia). Ogni volta che il pulsante viene spinto crea un segnale sul tracciato. Questo pulsante andrebbe spinto: nei momenti prima e dopo in cui si toglie l'attigrafo (esempio, doccia), e prima di coricarsi a letto quando si va a dormire. Il segnale sul tracciato distinguerà questi specifici periodi di inattività.

## **(f) Etilometro**

Figura n°9 – Etilometro Ferrari G3



### **Caratteristiche tecniche**

- Sensore di misurazione tasso alcolico "NM Hot-wire".
- Sistema di controllo: MCU (Micro Control Unit).
- Unità di misura: grammi/litro.
- Gamma di rilevazione: 0.00 ~ 2.00 g/L (0.00 ~ 1.00 mg/L; 0.00 ~ 0.20 % BAC; 0.00 ~ 2.00 % BAC).
- Intervallo di precisione:  $\pm 10\%$ .
- Livello di allarme impostato: maggiore di 0.01 g/L.
- Tempo di misurazione: < 4 sec.
- Alimentazione: 3xAAA (3 pile mini-stilo) da 1.5V DC, con alimentatore 12V DC (non incluso) o con cavo di alimentazione per auto.