

Tutti in pista! Psicologia, fisiologia e neuroscienze nell'automobilismo sportivo

**Caterina Mazzoni¹, Maurizio Bertollo^{2,3}, Selenia di Fronso^{2,3}, Edson Filho³,
Claudio Robazza^{2,3} e Laura Bortoli^{2,3}**

¹Dipartimento di Scienze Biomediche, ²Dipartimento di Medicina e Science dell'Invecchiamento,

³BIND-Behavioral Imaging and Neural Dynamics Center, Università di Chieti

RIASSUNTO

L'automobilismo, in quanto sport con elevate componenti di rischio, è una disciplina che richiede complesse abilità tecniche, fisiche e mentali; in esso risultano importanti sia la resa del mezzo, sia le abilità del pilota nella messa a punto e nella guida della vettura. Attualmente esistono pochi studi che possano offrire indicazioni per un intervento finalizzato a migliorare la prestazione mentale del pilota; infatti, la ricerca è più indirizzata verso un meticoloso sviluppo della vettura, trascurando quanto la differenza prestazionale possa essere una conseguenza anche dell'efficienza mentale del pilota. Lo scopo di questa rassegna è quindi sia di esaminare i fattori stressanti che l'atleta deve gestire, sia di descrivere le modificazioni psicofisiologiche che avvengono durante la guida in situazioni agonistiche. Individuare le caratteristiche specifiche di questo sport diventa fondamentale non solo per tutelare la salute e la sicurezza del pilota, ma anche per poter progettare interventi efficaci di mental training.

PAROLE CHIAVE

Automobilismo; stress; variabili psicofisiologiche

SUMMARY

Motor-car racing, as a sport with high risk components, is a discipline that requires complex technical, physical and mental skills. In this sport, both car technology and driver's skills are fundamental components for success. Currently, there is scant research providing directions for an intervention aimed at improving the driver's mental performance. In contrast, more research is conducted on technological improvements, thereby neglecting individual mental aspects. The purpose of this review is therefore to examine those stressors that drivers have to manage, as well as to describe the psychophysiological changes occurring in competition. Identifying the specific characteristics of this sport is fundamental to obtain information for the health and safety of the driver, and to design effective mental training interventions.

KEYWORDS

Motor racing; stress; psychophysiological variables

INTRODUZIONE

L'automobilismo sportivo è una disciplina che ha ricevuto fin dagli inizi una grande attenzione da parte dei mass media e che appassiona moltissimi spettatori. In questo sport risultano importanti sia le caratteristiche e le prestazioni del mezzo, sia le abilità del pilota nella messa a punto e nella guida della vettura.

La ricerca scientifica relativa alle prestazioni dei piloti è scarsa, a differenza dello studio meticoloso rivolto allo sviluppo delle vetture. In generale, due sono i fattori collegati al guidatore che vengono riconosciuti determinanti: lo stile e le abilità di guida (Holland, 2010). Lo stile si riferisce al modo abituale di guidare, considerando la velocità, gli atteggiamenti verso gli altri piloti e verso le regole, le modalità di gestire l'attenzione; questo è influenzato dalle convinzioni individuali sulle abilità personali e sui comportamenti necessari per guidare bene, oltre che dalle caratteristiche personali e dai propri valori. Le abilità di guida si riferiscono principalmente ad aspetti percettivi (ad es., valutazione delle distanze e controllo degli specchietti), coordinazione visuo-motoria, capacità di anticipazione (ad es., per frenare prima di una curva) e di presa di decisione (Groeger, 2000). Un guidatore abile e sicuro ha completo controllo della strumentazione del veicolo, non prende rischi inutili, ha una buona capacità di anticipazione del traffico, tiene in considerazione la presenza di altri veicoli, sa gestire i propri stati emozionali.

Nonostante il forte coinvolgimento dei mass media (in parte giustificato anche dai rilevanti interessi economici che ruotano attorno al mondo dei motori), la ricerca nel contesto dell'automobilismo sportivo non sembra essere molto ampia. Lo scopo di questa rassegna è sia di esaminare la letteratura disponibile, sia di stimolare nuove ricerche sul pilota e sull'interazione pilota - macchina. Una maggiore conoscenza delle caratteristiche di questo sport e delle relative richieste prestative può favorire l'elaborazione di programmi efficaci di preparazione fisica e mentale, con la possibilità di rendere più sicuro e competitivo uno sport complesso come l'automobilismo.

Modello prestativo nell'Automobilismo sportivo

Attualmente tutti i sistemi della vettura sono monitorati attraverso specifiche strumentazioni, ma ancora poco si conosce rispetto al controllo umano sul mezzo e sulle condizioni psicofisiche che il pilota sperimenta durante una prestazione di guida. Grazie all'utilizzo di tecnologie che consentono anche di monitorare il comportamento e le reazioni del pilota, è ora possibile iniziare a quantificare i fattori di stress effettivi durante la guida. Come primo passo è comunque indispensabile approfondire la conoscenza delle caratteristiche prestative richieste dall'automobilismo sportivo, poiché questo consente poi di individuare metodologie sicure ed efficaci per l'allenamento specifico.

In accordo con Potkanowicz e Mendel (2013), l'automobilismo sportivo è caratterizzato da:

- 1) elevata velocità, che rende già di per sé la situazione molto complessa (in Formula 1 la velocità del mezzo va oltre i 300 Km/h);
- 2) natura *multitasking* della guida. Il pilota deve gestire contemporaneamente diversi aspetti mentali e comportamentali: deve concentrarsi sui fattori esterni variabili (presenza di dossi, chicane, mutevoli condizioni della pista), evitare di entrare in contatto con altre auto, gestire i dati visualizzati sul volante. In Formula 1 si aggiunge anche la necessità di parlare via interfono con l'ingegnere;
- 3) prestazione lunga e continuativa. Ad esempio, in Formula 1 le gare durano circa due ore, non ci sono pause, non c'è la possibilità di interrompere momentaneamente la gara, magari anche solo per bere. Durante la prestazione, i piloti evidenziano un consumo di ossigeno simile a quello di giocatori di basket, calcio o pallamano, che nel caso dell'automobilismo viene attribuito all'impegno muscolare necessario per mantenere una posizione stabile del corpo (in particolare, contrazione isometrica dei muscoli del collo, dell'addome e delle gambe; Jacobs, Olvey Johnson e Cohn, 2002). Basti pensare che il casco può pesare circa 6,5 Kg;

- 4) carico elevato di accelerazioni gravitazionali (forza g). Il pilota deve possedere una grande forza fisica per contrastare tali accelerazioni e manovrare il volante in queste situazioni (ad esempio, nelle curve dove deve contrastare elevate forze centrifughe). Il collasso di Nelson Piquet sul podio, durante il Gran Premio del Brasile nel 1982, è stato determinante per far comprendere quanto un'adeguata preparazione fisica fosse indispensabile per la salute e la vita stessa dei piloti. Prima di questo episodio si sottovalutava l'importanza di programmi di allenamento specifici per i piloti (Jutley, 2003);
- 5) stress termico intenso e persistente. Soprattutto nei campionati in cui si usano vetture con l'abitacolo coperto (con automobili da strada tipo Ferrari, Porsche, Lamborghini), all'interno le temperature registrate dagli ingegneri al termine di una gara, durante la stagione estiva, sono superiori ai 65° C. Tale dato fa riflettere su quanto sia importante impostare la preparazione fisica anche sulla termoregolazione, cioè sulla capacità dell'organismo di adattarsi a temperature estreme;
- 6) stress fisiologico e psicologico. Ancora si conosce poco circa la natura dello stress vissuto dal pilota durante una competizione, anche per le difficoltà oggettive di costruire situazioni di ricerca all'interno di un contesto sportivo così particolare. Attualmente l'evoluzione tecnologica sta aprendo spazi di ricerca su alcuni fattori di stress (ad es., l'aumento della temperatura dell'abitacolo, la forza g) e sulle conseguenti variazioni in indici psicofisiologici (aumento della frequenza cardiaca, della temperatura corporea, dell'intensità delle emozioni). Resta ancora da approfondire come i singoli fattori si correlino tra loro e quale sia l'effetto delle loro interazioni sull'atleta;
- 7) presenza costante del rischio di morte. Gran parte delle persone che scelgono di praticare attività a rischio, soprattutto coloro che ne fanno poi una professione, attribuiscono in genere un alto valore alla capacità personali di controllare le situazioni pericolose. Quando questo si traduce nella consapevolezza della necessità di un'adeguata preparazione, per

diminuire i fattori concreti di rischio, diventa un aspetto importante della motivazione, e anche del divertimento, in tali attività (Trimpop, 1999).

Tra gli aspetti elencati, due meritano un ulteriore approfondimento, poiché incidono fortemente sulla condizione fisiologica e sulla prestazione del pilota: la presenza della forza gravitazionale e l'esposizione ad alte temperature. La *forza gravitazionale* (forza g) rappresenta l'accelerazione che una massa, in questo caso il corpo del pilota, vive in una data situazione. Questa forza può essere sia positiva, sia negativa e può verificarsi su 3 assi [cioè, gx (avanti-dietro), gy (lato a lato), o gz (alto-basso)]. David Coulthard, ex pilota di Formula Uno, ha descritto così la sua esperienza: “La parte superiore del tuo corpo deve essere abbastanza forte per sopravvivere allo stress di 5 g (un'accelerazione pari a cinque volte quella gravitazionale, cioè picchi di forza molto elevati da sostenere) e quando si frena alla fine del rettilineo ci si sente come se una mazza ti avesse colpito la schiena” (cit. da Potkanowicz e Mendel, 2013). La presenza della forza g determina un maggiore sforzo cardiovascolare per far circolare il sangue nel corpo, ed in particolar modo verso il cervello. Inoltre con forza gz positiva, che spinge verso il basso, il sangue viene spinto dal capo alla periferia, indipendentemente da quanto sia intenso il lavoro del cuore. Per quanto riguarda gli aspetti circolatori, gli occhi cominciano ad avere problemi già con una forza g pari a 2-3, con una riduzione della visione periferica (creando l'effetto di visione tunnel), poi se la condizione persiste, con un degrado progressivo della vista, fino al verificarsi di un vero e proprio blackout. Pertanto la forza g persistente ed eccessiva può diventare problematica dal punto di vista delle prestazioni nell'Automobilismo sportivo.

Lo *stress termico* è un altro aspetto preso in considerazione negli studi sui piloti (cfr. Potkanowicz e Mendel, 2013, per una rassegna). La termoregolazione del pilota è compromessa sia dagli indumenti di sicurezza che deve indossare (tuta, sottocasco, casco, maglia e pantaloni ignifughi, guanti, stivali), sia dallo stretto abitacolo di guida in cui non circola aria. Allo stress fisico di guida si aggiungono quindi lo stress da calore, l'eccessiva umidità e la disidratazione. Tale situazione diviene un pericolo per il pilota: basti ricordare il collasso di Nigel Mansell, in Formula 1, mentre

tentava di spingere la sua Special Lotus oltre la linea del traguardo nel 1984, e Nelson Piquet, svenuto sul podio al termine del Gran Premio del Brasile nel 1982. Nello sport, l'eccessiva variazione della temperatura corporea ha in generale conseguenze negative sulle prestazioni: diversi autori hanno evidenziato la necessità di approfondire ulteriormente tale aspetto in modo specifico nell'automobilismo, in quanto l'ambiente a cui i piloti sono esposti è caratterizzato da alte temperature. Un aumento di temperatura corporea di appena 0.8° si è dimostrato in grado di diminuire la coordinazione oculo-manuale durante la guida in conducenti di autoveicoli. Ovviamente, questo peggioramento coordinativo nell'automobilismo sportivo rappresenta un aspetto molto importante per la prestazione, ma soprattutto per la sicurezza dell'atleta. Ad esempio, il volante di un'auto di Formula 1 ha più di 20 tasti, alcuni con più di una funzione; quindi la lucidità nel ragionamento, la rapidità nella presa di decisione e nella risposta, nonché la precisione esecutiva diventano elementi essenziali. In uno studio sulla risposta termica di quattro piloti del campionato V8 Supercar in occasione di una gara, è stata registrata una temperatura media di base post-gara di 39° C. Assieme all'impatto di un'elevata temperatura, è stato analizzato anche l'impatto contemporaneo del monossido di carbonio sulla prestazione del pilota (Walker, Ackland e Dawson, 2001). Lo studio è stato realizzato utilizzando un simulatore di guida all'interno di una camera climatica, un locale in cui è possibile aumentare la temperatura ambientale senza che vi sia dispersione di calore. In una condizione sperimentale di temperatura dell'ambiente a 50° C associata alla presenza di monossido di carbonio, i piloti hanno dimostrato una perdita maggiore di sudore e un maggiore incremento della temperatura corporea rispetto a quando erano esposti solamente allo stress termico.

Come conseguenza dello stress termico i piloti, durante le gare vanno incontro a *disidratazione*, con ripercussioni negative sulle funzioni cardiovascolari e, quindi, sulle prestazioni fisiche e mentali: indipendentemente dalla temperatura ambientale, la disidratazione acuta riduce l'assorbimento massimale di ossigeno; inoltre, maggiore è la perdita di liquidi, maggiore è la riduzione della capacità aerobica. Una perdita d'acqua corporea pari al 4% del peso totale corporeo si traduce in

una perdita del 20-30% della capacità di lavoro fisico. Se già questo fatto appare significativo, risulta evidente la complessità dell'automobilismo, poiché in alcuni studi sui piloti è stata registrata una perdita di liquidi di circa 1 litro per ora!

Aspetti psicologici

Fra le caratteristiche psicologiche personali che sono state studiate in relazione alla guida, e che acquistano particolare rilievo nell'automobilismo sportivo, vi sono la ricerca di sensazioni intense e la presa di rischio. La ricerca di sensazioni intense (*sensation seeking*) viene definita da Zuckerman (1994) come la ricerca di nuove sensazioni ed esperienze complesse e forti, anche con la disponibilità ad assumere rischi di diverso genere per il piacere che deriva da tali esperienze. Fin dall'inizio questo costrutto viene inserito all'interno di un più ampio tratto di personalità chiamato "ricerca impulsiva di sensazioni" (*impulsive sensation seeking*), anche se tale concettualizzazione teorica non è stata sempre confermata. In ambito sportivo, si ritiene probabile che la scelta di una particolare disciplina sportiva sia basata in parte su questo aspetto di personalità, spesso considerato in relazione a quelli che vengono definiti "sport a rischio". Tali discipline (ad es. il paracadutismo, il volo in deltaplano e lo stesso automobilismo) sono infatti associate ad un forte rischio per la sicurezza personale in caso di incidente. Per misurare tale costrutto, Zuckerman, Eysenck e Eysenck (1978) hanno realizzato una scala che viene utilizzata anche nel contesto dello sport (*Sensation Seeking Scale*); in uno studio sulle caratteristiche di atleti praticanti sport a rischio (fra i quali 32 piloti) e sport non a rischio, negli atleti del primo gruppo sono stati riscontrati valori maggiori in questa scala (Jack e Ronan, 1998).

Un altro ambito di ricerca psicologica nell'automobilismo ha considerato gli aspetti emozionali. Durante la corsa i piloti affrontano situazioni assai complesse, vivendo emozioni molto forti, spesso stressanti, collegate agli aspetti ambientali ma soprattutto psicomotori; questo può portare facilmente a stati di affaticamento, con conseguente decremento delle prestazioni di guida.

In generale, nella guida, l'incapacità di gestire le emozioni viene identificata come una delle principali cause di incidenti (Katsis, Katertsidis, Ganiatsas e Fotiadis, 2008). Quando i guidatori sono sopraffatti da rabbia o stress, i loro pensieri, le loro percezioni e capacità di valutazione si riducono o deteriorano, determinando interpretazioni scorrette degli eventi. A volte, inoltre, le persone non hanno la capacità di controllare adeguatamente le emozioni e gestire lo stress; nel contesto agonistico dell'automobilismo sportivo, situazioni di questo genere non solo compromettono la prestazione, ma, a causa delle elevate velocità e delle condizioni competitive, diventano estremamente pericolose.

Sicuramente l'emozione più studiata nello sport è stata l'ansia, considerata nelle sue diverse forme (somatica, cognitiva, di stato e di tratto) e ritenuta inizialmente dannosa per la prestazione. Già negli anni '90, comunque, era emerso un filone di ricerca che attribuiva all'atleta l'interpretazione della "direzionalità" degli effetti dell'ansia sulla prestazione (facilitanti o debilitanti, anche in funzione del suo livello), e che ampliava l'interesse ad altri stati emozionali (cfr., Jones e Hanton, 1996, 2001). Per quanto riguarda l'automobilismo, uno studio sull'ansia è stato realizzato da Murray e Janelle (2003), utilizzando un simulatore di guida con 28 volontari, suddivisi in due gruppi sulla base del loro livello di ansia di tratto (basso o alto). Durante il compito di guida (misurato come tempo esecutivo) i partecipanti dovevano anche rispondere rapidamente ad uno stimolo visivo che appariva sullo schermo, scegliendo fra due tasti a seconda della posizione dello stimolo. Dopo una prova di apprendimento, i partecipanti venivano messi una situazione di competizione con gli altri, dovendo ricercare sia la massima velocità nella guida, sia la massima rapidità e accuratezza nella risposta agli stimoli visivi. I risultati hanno evidenziato pochi cambiamenti nella prestazione di guida fra baseline e competizione, ma nella situazione di competizione il tempo di risposta agli stimoli visivi diminuiva nel gruppo con basso livello di ansia e aumentava nel gruppo con alto livello. I risultati sono stati interpretati mettendo in relazione i possibili effetti negativi dell'ansia non tanto sull'efficacia della prestazione, quanto sull'efficienza dei processi cognitivi sottostanti.

Un ulteriore studio sugli aspetti emozionali utilizzando come compito una gara al simulatore di guida è stato realizzato da Edmonds, Tenenbaum, Mann, Derek, Johnson e Kamata (2008), all'interno di una diversa cornice teorica, il modello IZOF (*individual zones of optimal functioning*) di Hanin (2000). Si tratta di un approccio idiografico che postula l'esistenza di un insieme del tutto personale di emozioni e stati psico-bio-sociali ad esse collegati, che agiscono facilitando o danneggiando la prestazione. Lo studio era finalizzato a verificare l'utilità e l'efficacia dell'apprendimento di strategie di autoregolazione emozionale prima di una competizione, mediante tecniche di biofeedback, con riferimento agli stati emozionali individuali; in questo studio è emersa l'efficacia di tali strategie, ma nello stesso tempo è stata evidenziata la necessità di considerare approcci strettamente individualizzati.

Uno studio recente in questa direzione nell'ambito automobilistico è quello di Fihlo, Di Fronso, Mazzoni, Robazza, Bortoli e Bertollo (in press), che hanno analizzato le condizioni psicofisiologiche associate a diverse tipologie di prestazione; la cornice teorica, oltre al modello IZOF, è quella del modello MAP (*multi-action plan model*), un modello applicativo recentemente sviluppato da Bortoli, Bertollo, Hanin e Robazza (2012) che considera un approccio idiosincratico e multidimensionale per l'incremento della prestazione. I 10 piloti automobilistici coinvolti nello studio hanno effettuato una prova di gara simulata su 40 giri di un circuito internazionale abbastanza difficile, della durata di circa un'ora. Sono stati monitorati sia dati fisiologici (frequenza cardiaca e respiratoria, temperatura cutanea, dati posturali), sia dati psicologici emozionali e cognitivi: tonalità edonica, (piacevolezza/spiacevolezza), livello di controllo su alcuni elementi tecnici fondamentali, accuratezza esecutiva degli stessi. I risultati hanno evidenziato profili psicofisiologici strettamente individuali, confermando l'importanza di approcci applicativi individualizzati soprattutto con atleti di alto livello.

Una terza area di interesse psicologico riguarda lo studio dei processi cognitivi. Guidare una macchina richiede uno sforzo cognitivo notevole e molta attenzione da parte del pilota. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), la prima causa di morte in adulti dai 18 ai 29 anni,

e la nona causa di morte a livello globale, è rappresentata da incidenti stradali (Racioppi, Eriksson, Tingvall e Villavece, 2009). Questi dati indicano che le capacità di attenzione, di memoria e di consapevolezza sono spesso sopravvalutate quando ci si trova a guidare un'auto. A seconda delle diverse condizioni in cui il soggetto agisce, gli errori possono avere un impatto significativo sulla sicurezza e, nell'automobilismo sportivo, anche sulla prestazione. Variabili come la consapevolezza delle situazioni, il carico di lavoro mentale e la fatica mentale sono dunque aspetti importanti nella valutazione delle condizioni di sicurezza e del rendimento agonistico durante le prestazioni di guida. La maggior parte degli studi sugli aspetti cognitivi, che verranno presentati di seguito, ha utilizzato dati corticali.

Aspetti fisiologici

Al pari delle macchine che guidano, anche i piloti, da un punto di vista fisiologico, sono sistemi complessi. L'attuale interesse ad analizzare e comprendere gli aspetti relativi al pilota, e non solo al mezzo che guida, ha evidenziato negli atleti variazioni di alcuni indici psicofisiologici durante la prestazione; ad esempio, l'incremento della frequenza cardiaca, la durata di tale incremento per l'intera prestazione, l'intensità dello sforzo muscolare, l'aumento della temperatura corporea (cfr. Bertrand, Keromes, Lemeunier, Meistelmann, Prieur e Richalet, 1983; Ebben, 2010). Un'analisi di alcuni di questi indici viene di seguito presentata.

La *frequenza cardiaca* elevata e duratura è un indice distintivo dell'intenso impegno fisico richiesto dal compito di guida: l'aumento della frequenza cardiaca, infatti, si registra sia durante la sessione delle prove libere che durante la gara. Tale variazione non è però causata solo dallo sforzo fisico, ma anche da altri fattori, come l'aumento della risposta simpatica del sistema nervoso ed i cambiamenti ormonali determinati da aspetti emozionali (come l'ansia) e cognitivi (come i processi di anticipazione) collegati alla competizione.

Un'elevata risposta cardiaca era stata evidenziata già nel 1967 da Taggart in piloti esperti: quindici minuti prima della gara la frequenza cardiaca media di un gruppo di piloti era di 150-180 battiti al minuto (bpm), che arrivava poi a 180 bpm al segnale dato 2 minuti prima dello start e aumentava ancora fino a 200-205 bpm al momento della partenza; per alcuni la frequenza si manteneva poi a questo livello per tutta la durata della gara. In questi momenti i piloti non segnalavano sintomi particolari, ma semplicemente la sensazione di nervosismo tipica delle situazioni di gara. Valori medi di frequenza cardiaca superiori a 170 bpm, durante competizioni automobilistiche, sono stati successivamente registrati in altre ricerche, anche in piloti del campionato V8 Supercar (cfr. Potkanowicz e Mendel, 2013).

In uno studio condotto su piloti non professionisti di kart è stato osservato come durante la guida l'andamento della frequenza cardiaca avesse un incremento repentino all'inizio della prestazione e poi si stabilizzasse a circa 150 bpm (Yamakoshi, Matsumura, Yamakoshi, Hirose e Rolfe, 2010). L'aumento della frequenza cardiaca si associa in genere al miglioramento della prestazione, in quanto funzionale per una maggiore vascolarizzazione e ossigenazione dei muscoli, e soprattutto del cervello, consentendo a quest'ultimo di funzionare più efficacemente e rapidamente nella presa di decisione. Il significativo aumento della frequenza cardiaca mantenuto per periodi molto prolungati rappresenta sicuramente esso stesso un evento stressante durante la competizione, e non solo un indice di stress.

Nell'Automobilismo, l'incremento della frequenza cardiaca è risultato pure collegato all'*aumento della temperatura corporea*, anche senza aumento di intensità di esercizio fisico, fenomeno noto come drift cardiovascolare (cfr. Potkanowicz e Mendel, 2013). Già nel 1957 era stato notato un aumento di 25 battiti per ogni grado di aumento della temperatura corporea. Qualora un atleta viva questa condizione per un tempo prolungato, aumenta il rischio di commettere errori a causa dell'insorgenza precoce della fatica, rendendo molto pericolosa la situazione (Tatterson, Hahn e Martin, 2000).

Sempre collegato agli aspetti cardiovascolari, un altro indice psicofisiologico considerato nell'ambito motorio-sportivo, e quindi anche nell'automobilismo, è la *variabilità della frequenza cardiaca* (Heart Rate Variability: HRV). Fra un battito cardiaco e l'altro, infatti, il tempo non è costante, ma cambia in risposta a fattori quali ritmo del respiro, stati emozionali, stress, rilassamento, pensieri. In un cuore sano, la frequenza cardiaca risponde velocemente a tutti questi fattori, modificandosi a seconda della situazione, per meglio far adattare l'organismo alle diverse esigenze che l'ambiente continuamente propone. In generale, un individuo in salute mostra un buon grado di variabilità della frequenza cardiaca, segnale di un efficace adattamento psicofisico alle diverse situazioni. Un'elevata variabilità della frequenza risulta dunque associata ad una buona salute cardiaca e, nello sport, a migliori prestazioni, mentre periodi di stress mentale tendono a ridurla (Wilson e Somers, 2011). Dal punto di vista fisiologico, essa è collegata all'interazione e al bilanciamento dell'attività del sistema nervoso simpatico e di quello parasimpatico; il suo significato psicologico è invece meno chiaro, sebbene alcuni indici possano risultare utili nella valutazione del carico di lavoro cognitivo, come quello legato ai processi attentivi. Ad esempio, Mullen, Jones, Faull e Kingston (2012) hanno utilizzato la variabilità cardiaca come un indice di sforzo mentale in uno studio che prevedeva un compito di guida al simulatore, eseguito prima in condizione neutra di apprendimento e successivamente in situazione competitiva. In particolare, l'obiettivo era quello di verificare la maggiore efficacia di un focus attentivo esterno, che consentirebbe un controllo più automatico del compito e quindi meno faticoso dal punto di vista cognitivo, anche in situazione di ansia. I partecipanti divisi in due gruppi ricevettero istruzioni di focus attentivo interno (sui movimenti delle mani) oppure istruzioni di focus esterno (sulla traiettoria). Entrambi i gruppi mostrarono una riduzione della variabilità cardiaca rispetto al baseline, in particolare durante la fase di apprendimento, attribuita all'incremento di impegno mentale sul compito; la riduzione fu però maggiore per il gruppo con focus interno, che realizzò anche prestazioni più scadenti di guida.

Per quanto riguarda gli aspetti fisiologici collegati ai processi cognitivi, gli studi più recenti utilizzano come metodica di ricerca l'analisi dei *segnali elettrici corticali* registrati attraverso l'elettroencefalografia (EEG). L'EEG, effettuata sia nel dominio del tempo che in quello della frequenza (ed in particolare con la scomposizione in diverse bande di frequenza: delta, theta, alpha, beta), è stata spesso impiegata nella valutazione della variazione dello stato "interno" dei soggetti durante l'esecuzione di compiti cognitivi o senso-motori, con l'attribuzione di un significato psicologico e di funzionamento mentale delle diverse frequenze di attività corticale (per una rassegna nello sport, cfr. Di Fronso, Bortoli, Mazzoni, Robazza e Bertollo, 2012).

Una rassegna di studi che hanno utilizzato dati ricavati da EEG su piloti di aerei e automobilisti è stata realizzata da Borghini, Astolfi, Vecchiato, Mattia e Babiloni (2012). In questo lavoro sono stati presi in considerazione tre aspetti fondamentali collegati all'attività corticale: il carico mentale, la fatica mentale e la sonnolenza. Il carico mentale viene definito come l'ammontare di capacità cognitive individuali effettivamente richieste dal un compito. La valutazione del carico di lavoro mentale, attraverso l'identificazione dello stato funzionale del cervello del pilota, potrebbe aiutare ad ottimizzare le attività di guida, oltre che a pianificare i ritmi di lavoro e di riposo, al fine di evitare errori pericolosi durante la guida. Inoltre, tale valutazione potrebbe prevenire il verificarsi di periodi prolungati di sovraccarico mentale durante la guida, in grado di provocare un calo drastico di prestazione con conseguenze pericolose. Il carico di lavoro mentale viene considerato come conseguenza dell'interazione tra i requisiti di un compito di guida, le circostanze in cui viene effettuato, le competenze, i comportamenti e le percezioni del pilota. Collegato al concetto di carico mentale vi è quello di fatica mentale, ritenuta un processo graduale e cumulativo associato ad incapacità di eseguire un ulteriore sforzo, sensazione generale di stanchezza, alterata prestazione mentale, ridotta efficienza e vigilanza. La fatica mentale viene distinta poi dalla sonnolenza in quanto, a differenza di quest'ultima, essa non fluttua rapidamente da un istante all'altro; inoltre, il riposo e l'inattività alleviano la fatica, ma determinano sonnolenza. Lo stato di sonnolenza è

caratterizzato anche da aumento della percentuale di chiusura delle palpebre (*blink* oculari) e diminuzione della variabilità della frequenza cardiaca.

È importante notare che già a bassi livelli di stanchezza diminuisce l'attivazione fisiologica, rallentano le funzioni senso motorie, è compromessa l'elaborazione delle informazioni; possono anche diminuire le capacità del conducente di rispondere a situazioni insolite e di emergenza.

L'impatto della fatica sulle prestazioni di guida è stato studiato in situazioni di guida simulata, richiedendo contemporaneamente ai soggetti compiti secondari, come cambiare il canale radio durante la guida, o rispondere al telefono. L'EEG si è dimostrata uno strumento efficace per misurare le variazioni dello stato attentivo e lo scadimento della prestazione in seguito a carico mentale sostenuto. La maggior parte degli studi che hanno acquisito dati con l'EEG sui piloti di aerei o di auto si è concentrata sulle fluttuazioni della potenza del segnale nelle bande theta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz) e beta (12-30 Hz). Una sequenza coerente di cambiamenti nell'EEG è stata riscontrata nel passaggio da guida normale a guida ad alto carico cognitivo, in situazione di fatica mentale e, inoltre, durante uno stato di sonnolenza. In particolare, durante il compito di guida ad alto carico cognitivo si è verificato un maggiore incremento della potenza EEG in banda theta ed una diminuzione in banda alfa; variazioni nelle bande delta e alfa caratterizzano la transizione tra carico di lavoro mentale e stanchezza mentale. Particolari ritmi nell'EEG sembrano dunque essere indicatori dell'attività mentale collegata alla prestazione di guida e/o al verificarsi di errori.

Per valutare aspetti corticali viene anche utilizzata la risonanza magnetica funzionale (fMRI). Uno studio con l'utilizzo di tale metodica è stato effettuato da Bernardi e collaboratori (2013, 2014) con 22 soggetti, di cui 11 piloti esperti e 11 persone con normali capacità di guida. L'attività corticale venne registrata durante un compito di reazione visuo-motoria (premere più velocemente possibile un pulsante alla comparsa sul monitor di un segnale luminoso) e di un compito visuo-spaziale (usare la mano destra o la mano sinistra per premere un pulsante in funzione di due diverse configurazioni di stimoli visivi). I compiti scelti erano relativamente semplici, per garantire una prestazione simile nei due gruppi e poter valutare così eventuali differenze nell'attività corticale

(legata agli aspetti cognitivi) non condizionate dalla prestazione. I piloti esperti evidenziarono il coinvolgimento di un minor volume di aree corticali collegate al compito, connessioni più forti fra tali aree e un indice migliore relativo alla presenza di ossigeno nel flusso sanguigno nel cervello, riferito ad una più efficace integrazione di informazioni. Questi risultati suggeriscono una maggiore efficienza neurale nei piloti esperti, derivata dall'esperienza competitiva di guida ad alta velocità che richiede livelli di attenzione prolungata e miglior funzionamento dei processi visuo-motori. Dal punto di vista applicativo, gli autori di questo studio sottolineano l'opportunità non solo di approfondire la conoscenza della relazione fra efficienza neurale e prestazione, ma anche di verificare l'utilità di programmi di allenamento psicofisico finalizzati a migliorare gli aspetti utili alla prestazione di guida.

Conclusioni

Come si è visto in questa rassegna, diversi sono gli ambiti di interesse che ruotano attorno all'Automobilismo sportivo, e per questa disciplina sembra via siano ancora ampi spazi di indagine. Individuare specifiche metodiche di allenamento diviene possibile solo se prima sono chiare le richieste tecniche, fisiche e mentali a cui devono rispondere gli atleti, ossia le caratteristiche prestantive specifiche di un dato sport. In questa direzione devono muoversi anche le scienze dello sport, accanto al miglioramento delle tecnologie che riguardano le vetture. Per sviluppare linee di ricerca sistematiche ed efficaci su guidatori e piloti, e migliorare le conoscenze sui compiti di guida, Potkanowicz e Mendel (2013) raccomandano di:

1. approfondire le conoscenze sull'interazione di più variabili psicofisiologiche invece che studiare singolarmente le diverse variabili (ad esempio, considerare l'impatto dell'alta temperatura corporea sulla risposta cardiaca, ed analizzarne le conseguenze a livello sia fisiologico che cognitivo);
2. considerare le differenze di genere, di età e di esperienza;

3. monitorare i piloti in tempo reale, durante le gare, in modo da raccogliere informazioni nella situazione agonistica reale. Attualmente, nuove strumentazioni e metodiche di indagine rendono possibili studi di questo tipo. I dati raccolti possono risultare utili per sviluppare efficaci programmi di simulazione che allenino il pilota alle situazioni specifiche.

Per concludere, si vuole sottolineare come nell'automobilismo sportivo tutte le conoscenze derivanti dalle innovazioni tecnologiche, sul pilota e sul mezzo, debbano essere finalizzate in primo luogo alla sicurezza ed al benessere del pilota stesso. In uno sport così complesso, per le elevate richieste fisiologiche legate alla velocità ed alle accelerazioni, per le caratteristiche tecnologiche della relazione atleta-mezzo, ma soprattutto per la componente di rischio che tali discipline comportano, gli aspetti mentali, sia emozionali che cognitivi, non possono essere trascurati. Dunque, anche la Psicologia dello sport, nell'integrazione con altri campi di studio, può dare contributi significativi sia di ricerca che di applicazione. È importante, in particolare, sviluppare metodiche di preparazione mentale efficaci e che aiutino i piloti a vivere in modo sempre più sicuro la propria esperienza sportiva.

BIBLIOGRAFIA

- Bernardi, G., Ricciardi, E., Sani, L., Gaglianese, A., Papasogli, A., Ceccarelli, R., . . . Pietrini, P. (2013). How skill expertise shapes the brain functional architecture: An fMRI study of visuo-spatial and motor processing in professional racing-car and naïve drivers. *PLoS ONE*, 8(10): e77764.
- Bernardi, G., Cecchetti, L., Handjaras, G., Sani, L., Gaglianese, A., Ceccarelli, R., . . . Pietrini, P. (2014). It's not all in your car: Functional and structural correlates of exceptional driving skills in professional racers. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article888.

- Bertrand, C., Keromes, A., Lemeunier, B. F., Meistelmann, C., Prieur, C., & Richalet, J. P. (1983). *Physiologie des sports mecaniques. 1st international congress of sport automobile*, Marseilles.
- Borghini, G., Astolfi, L., Vecchiato, G., Mattia, D., & Babiloni, F.(2012). Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 44, 58-75.
- Bortoli, L., Bertollo, M., Hanin, Y., & Robazza, C. (2012). Striving for excellence: A multi-action plan intervention model for shooters. *Psychology of Sport and Exercise*, 13, 693-701.
- di Fronso, S., Bortoli, L., Mazzoni, K., Robazza, C., e Bertollo, M. (2013). Monitoraggio psicofisiologico nello sport. *Giornale Italiano di Psicologia dello Sport*, 16, 17-25.
- Ebben, W. (2010). Strength and conditioning for stock car racing. *Strength & Conditioning Journal*, 32, 16–27.
- Edmonds, W. A., Tenenbaum, G., Mann, D. Y., Derek, T. Y., Johnson, M., & Kamata, A. (2008).The effect of biofeedback training on affective regulation and simulated car-racing performance: A multiple case study analysis. *Journal of Sports Sciences*, 26, 761-773.
- Fihlo, E., Di Fronso, S., Mazzoni, C., Robazza, C., Bortoli, L., & Bertollo, M. (In press). My heart is racing! Psychophysiological dynamics of skilled racecar drivers. *Journal of Sports Sciences*.
- Groeger, J.A. (2000). *Understanding driving: applying cognitive psychology to a complex everyday task*. Hove, U.K.: Psychology Press.
- Hanin, Y. L. (2000). Individual zones of optimal functioning (IZOF) model: Emotion-performance relationships in sport. In Y.L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport* (pp. 65-89). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Holland, C., Geraghty, J., & Shah, K. (2010). Differential moderating effect of locus of control on effect of driving experience in young male and female drivers. *Personality and Individual Differences*, 48, 821–826.

- Jack, S. J., & Ronan, K. (1998). Sensation seeking among high-and low-risk sports participants. *Personality and Individual differences*, 25, 1063-1083.
- Jacobs, P. L., Olvey, S. E., Johnson, B. M., & Cohn, K. A (2002). Physiological responses to high-speed, open-wheel racecar driving. *Medicine & Science Sports Exercise*, 34, 2085–2090.
- Jones, G., & Hanton, S. (1996). Interpretation of competitive anxiety symptoms and goal attainment expectancies. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18, 144-157.
- Jones, G., & Hanton, S. (2001). Pre-competitive feeling states and directional anxiety interpretations. *Journal of Sports Sciences*, 19, 385-395.
- Jutley, R.S. (2003). *Fit for motorsport: Improve your race performance with better physical and mental training*. Sparkford: Hayne Publishing.
- Katsis, C., Katertsidis, N., Ganiatsas, G., & Fotiadis, D. I. (2008). Toward emotion recognition in car-racing drivers: A biosignal processing approach. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part a: Systems and Humans*, 38, 502-512.
- Mullen, R., Jones, E. S., Faull, A., & Kingston, K. (2012). Attentional focus and performance anxiety: effects on simulated race-driving performance and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-10.
- Murray, N. P., & Janelle, C. M. (2003). Anxiety and performance: A visual search examination of the processing efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25, 171-187.
- Potkanowicz, E. S., & Mendel, R W. (2013). The case for driver science in motorsport: A review and recommendations. *Sports Medicine*, 43, 565–574.
- Racioppi, F., Erikssn, L., Tingvall, C., & Villavece, A. (2009). *Preventing road traffic injury: A public health perspective for Europe*. World Health Organization (WHO) Europe.
- Taggart, P., & Gibbons, D. (1967). Motor-car driving and the heart rate. *British Medical Journal*, 1, 411–412.

- Tattersson, A. J., Hahn, A. G., & Martin, D. T. (2000). Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3, 186-193.
- Trimpop, R. M., Kirkcaldy, B., & Kerr, J. H. (1999). Comparing personality constructs of risk-taking behavior. *Personality and Individual Differences*, 26, 237-254.
- Walker, S. M., Ackland, T. R., & Dawson, B. (2001). The combined effect of heat and carbon monoxide on the performance of motorsport athletes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 128, 709-718.
- Wilson, W. S., & Somers, K. (2011). Psychophysiological assessment and training with athletes. Knowing and managing your mind and body. In B. Strack, M. Linden, & V. S. Wilson (Eds.), *Biofeedback and neurofeedback applications in sport psychology* (pp. 45-88). Wheat Ridge, CO: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback..
- Yamakoshi, T., Matsumura, K., Yamakoshi, Y., Hirose, H., & Rolfe, P. (2010). Physiological measurements and analyses in motor sports: A preliminary study in racing kart athletes. *European Journal of Sport Science*, 10, 397-406.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Zuckerman, M., Eysenck, S., & Eysenck, H. J. (1978). Sensation seeking in England and America: Cross-cultural, age, and sex comparisons. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 139-149.