



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale (DPG)

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di Laurea Magistrale

**Familiarizzare con un alibi ha un impatto
sull'autobiographical Implicit Association Test?
Uno studio sulla combinazione di aIAT e eye-tracking**

Does familiarizing with an alibi impact the autobiographical Implicit Association test? A study on the combination of aIAT and eye-tracking

Relatore

Prof. Giuseppe Sartori

Correlatore

Dott. Andrea Zangrossi

Laureanda: Virginia Lanfranchi

Matricola: 2050518

Anno Accademico 2022/2023

ABSTRACT

A partire dal secolo scorso sono state sviluppate molte tecniche scientifiche per la rilevazione di una memoria colpevole, sia di tipo fisiologico e neurologico sia di tipo comportamentale, quali i tempi di reazione. Tali tecniche possono però essere influenzate dall'uso di contromisure e ciò costituisce un'importante limitazione per le applicazioni pratiche in contesti forensi. Tra le tecniche comportamentali, una delle più utilizzate in ambito forense è l'*autobiographical Implicit Association Test* (aIAT), che ha lo scopo di distinguere quale tra due versioni di un evento autobiografico è presente nella memoria dell'interrogato. L'aIAT ha un alto tasso di accuratezza (91%) ed è già stato utilizzato in casi reali in cui è necessario individuare se un accusato possieda il ricordo del reato. Ci sono però evidenze che suggeriscono che la creazione di un alibi da parte dei colpevoli possa alterare la performance all'aIAT e ridurre la sensibilità del test. In questo studio ci proponiamo in primo luogo di valutare l'impatto della familiarità con un alibi sulla performance all'aIAT. In secondo luogo, vogliamo testare l'ipotesi che la combinazione di aIAT e rilevazione dei movimenti oculari possa migliorare le prestazioni del solo aIAT nell'identificare il ricordo vero.

A tale scopo abbiamo reclutato un campione di 120 partecipanti, che sono stati suddivisi in colpevoli e innocenti. I colpevoli dovevano compiere un *mock crime*, mentre gli innocenti svolgevano un'attività alternativa. I primi sono stati a loro volta assegnati a dei sottogruppi in base al livello di familiarità con un alibi: uno a cui non veniva assegnato l'alibi, uno che doveva ripetere l'alibi una volta e uno che doveva ripetere l'alibi cinque volte. A distanza di una settimana tutti i partecipanti hanno svolto un aIAT con la simultanea rilevazione dei movimenti oculari.

I risultati mostrano un lieve impatto della familiarizzazione con un alibi sulla performance all'aIAT, in termini di accuratezza nell'identificazione dei colpevoli. Un modello statistico che combina aIAT e movimenti oculari è risultato più accurato nell'individuare chi possieda il ricordo colpevole rispetto al solo aIAT. Questi risultati suggeriscono quindi che l'effetto compatibilità evocato dall'aIAT è resistente alla familiarità con un alibi in un *mock crime* e che i movimenti oculari sono un indice potenzialmente utile per integrare l'aIAT e migliorarne sensibilmente l'accuratezza.

INDICE

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE	1
1.1 Che cos'è una menzogna?.....	1
1.2 Cenni storici alla <i>lie detection</i>	1
1.3 Classificazione delle tecniche	2
1.4 Differenze tra <i>lie</i> e <i>memory detection</i>	3
1.5 Tempi di reazione e carico cognitivo	6
1.6 <i>Autobiographical Implicit Association Test</i> (aIAT)	9
1.6.1 Fattori che influenzano la performance dell'aIAT.....	11
1.6.2 Alibi e aIAT	14
1.7 Movimenti oculari e <i>lie detection</i>	17
1.8 Movimenti oculari e <i>memory detection</i>	18
1.9 Uso delle tecniche di <i>memory detection</i> in tribunale	21
CAPITOLO 2 – IL NOSTRO STUDIO	24
2.1 Ipotesi e obiettivi dello studio.....	24
2.1.1 Partecipanti	24
2.1.2 Materiali e procedura.....	26
2.1.3 Struttura dell'aIAT	29
2.1.4 Registrazione dei movimenti oculari.....	32
2.2 Analisi dei dati	33
2.2.1 Tempi di reazione e D-aIAT	34
2.2.2 Movimenti oculari	35
2.2.3 Movimenti oculari e tempi di reazione.....	36
CAPITOLO 3 – RISULTATI	38
3.1 Risultati dei dati comportamentali	38
3.2 Risultati dei movimenti oculari.....	42
3.3 Combinazione tra tempi di reazione e movimenti oculari	46

CAPITOLO 4 - DISCUSSIONE	47
CONCLUSIONI	55
BIBLIOGRAFIA	57
Appendice 1	67
Appendice 2	70
Appendice 3	72

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE

1.1 Che cos'è una menzogna?

Mentire è un “processo psicologico con cui un individuo cerca di convincere un'altra persona ad accettare come vero ciò che sa essere falso, generalmente per ottenere un certo tipo di guadagno o evitare una perdita” (Abe, 2011). Richiede perciò l'intento consapevole da parte di chi mente di trasmettere un'informazione falsa. Sebbene nella nostra cultura abbia spesso una connotazione negativa dal punto di vista etico e morale, la menzogna fa parte della nostra vita quotidiana e svolge diverse funzioni sociali (Ganis & Keenan, 2009; Ford, 2004). In uno studio di DePaulo et al. (1996) è emerso che le persone in media dicono una o due bugie al giorno e mentono circa nel 30% delle loro interazioni sociali. Le menzogne più frequenti, le cosiddette “bugie bianche”, sono spesso di poco conto, senza conseguenze importanti. Rispondono a vari bisogni e possono avere scopi differenti, quali dare una buona impressione, ottenere vantaggi, proteggere la propria privacy, proteggersi quindi da emozioni negative (Ford, 2004).

Ci sono però menzogne più grandi e gravi che hanno serie conseguenze sociali, soprattutto in ambito legale. Risulta perciò importante individuare delle strategie adeguate a rilevare una menzogna.

1.2 Cenni storici alla *lie detection*

Fin dall'antichità l'uomo è alla ricerca di metodi per distinguere la menzogna dalla verità. Ad esempio, in Cina attorno al 1000 A.C. i sospettati dovevano mettere in bocca una manciata di riso e poi sputarlo; nel caso in cui il riso fosse ancora asciutto, il sospettato veniva considerato colpevole (Ford, 2004). Ciò si basava sull'assunzione che paura e ansia di essere scoperti fossero associati a minore salivazione. Secondo un principio simile, nel Medioevo la persona sospettata di aver mentito doveva porre sulla lingua un ferro rovente e se veniva bruciata a causa della troppa secchezza della bocca, veniva ritenuta colpevole e quindi condannata a morte (Fisher, 2020). Sempre nello stesso periodo storico in Persia, abbiamo testimonianza della misurazione del battito cardiaco e dei suoi cambiamenti allo scopo di capire se la persona nascondesse delle informazioni.

Ciò che emerge dalle tecniche che ho qui riportato a scopo esemplificativo è che da sempre si ritiene che la menzogna richieda un certo sforzo fisico e che quindi comporti una perturbazione dell'omeostasi corporea (Ford, 2004). Il corpo – e in tempi più recenti il cervello – diventa rivelatore di processi interiori. A partire dal XVIII secolo il corpo inizia quindi a essere considerato un oggetto della scienza al fine di rendere i suoi segnali misurabili e comprensibili. Il primo ad utilizzare una tecnica scientifica per rilevare una menzogna è Cesare Lombroso, che nel 1895 prende degli strumenti ad uso medico e li usa per rilevare la presenza o l'assenza di cambiamenti nella pressione arteriosa e nel battito cardiaco mentre il sospettato viene interrogato (Inbau & Reid, 1953). La ricerca di Lombroso fu ampliata e replicata da William Moulton Marston nel 1915. Parallelamente in Italia Vittorio Benussi aveva ideato un poligrafo che rilevava i cambiamenti respiratori, considerati segni di menzogna. È poi John Larson che nel 1921 costruisce un poligrafo che riesce a registrare insieme il battito cardiaco, la pressione sanguigna e la respirazione. Un altro segnale fisiologico aggiunto più tardi, nel 1949, da Leonarde Keeler è il riflesso cutaneo psicogalvanico (Inbau & Reid, 1953). Alla base del poligrafo c'è l'idea che chi mente sperimenti paura e ansia in maniera maggiore rispetto a chi risponde onestamente e mostri quindi un arousal maggiore, presupposto non esente da errori.

Dagli anni '50 del secolo scorso, iniziano a essere ricercati in maniera più sistematica indizi fisiologici, verbali e non verbali della menzogna, quali le microespressioni facciali di Ekman (Granhag et al., 2015). Dalla fine degli anni '80 alcuni ricercatori iniziano a studiare l'attività cerebrale durante una menzogna con l'elettroencefalogramma (EEG) e nei primi anni 2000 con la risonanza magnetica funzionale (fMRI).

1.3 Classificazione delle tecniche

Nel tempo sono state sviluppate moltissime tecniche, che possiamo suddividere in quattro categorie: (1) analisi del linguaggio verbale, (2) misurazione della risposta fisiologica, (3) misurazione dell'attività cerebrale e (4) osservazione del comportamento.

Le tecniche di *lie detection* verbale si concentrano sulla dichiarazione del testimone o del sospettato e ne valutano il contenuto sulla base di alcuni criteri. Gli strumenti di questo tipo più utilizzati sono la *Criteria-Based Content Analysis* (CBCA) e il *Reality Monitoring* (Granhag et al., 2015).

Le tecniche di tipo fisiologico si riferiscono, ad esempio, al già citato poligrafo nelle sue molteplici componenti – usate spesso in combinazione, ma anche singolarmente –, quali misurazione della pressione arteriosa, del battito cardiaco, del ritmo respiratorio e della conduttanza cutanea.

La *lie detection* con le neuroimmagini o con EEG misura l'attività cerebrale e individua le aree del cervello associate alla menzogna; va quindi alla ricerca di un preciso stato mentale della persona esaminata – mentire – tramite alcuni processi di inferenza (Granhag et al., 2015).

Infine le tecniche comportamentali analizzano il comportamento non verbale del sospettato o del testimone. Tra di esse abbiamo l'analisi delle microespressioni facciali di Ekman e Frieser, che si basa sul presupposto che mentire sia associato a una risposta emozionale che viene fuori dal comportamento, soprattutto dalle microespressioni del volto. Altre tecniche comportamentali sono i tempi di reazione e l'analisi delle dinamiche del mouse o della tastiera (Granhag et al., 2015; Sartori et al., 2018).

1.4 Differenze tra *lie* e *memory detection*

Tutte le tecniche fin qui nominate possono essere distinte alla luce di due macroapprocci, la *lie detection* e la *memory detection*. La *lie detection* consiste nel valutare la risposta della persona come vera o falsa, mentre con la *memory detection* si mira a scoprire cosa il sospettato sappia riguardo al crimine, quale informazione mnestica possieda (Verschuere & Meijer, 2014). Una tecnica di *memory detection* utilizza misure indirette per rilevare ricordi autobiografici tra le varie alternative. Vengono confrontate le informazioni critiche con informazioni plausibili, simili ma non connesse a memorie reali (Zangrossi et al., 2015).

Un esempio di *lie detection* è l'uso del paradigma delle domande di controllo (*Control Question Technique*) con il poligrafo, strumento che misura il livello di arousal psicofisiologico tramite battito cardiaco, pressione arteriosa, conduttanza cutanea e ritmo di respirazione. Si assume che l'arousal di chi mente durante le domande di controllo, irrilevanti rispetto all'oggetto di indagine, sia inferiore rispetto a quello registrato durante le domande rilevanti, mentre un innocente dovrebbe mostrare un pattern di attivazione opposto (Walczyk et al., 2018).

Il problema di questo approccio è che lo stress o l'arousal non sono direttamente associati alla sola menzogna. Esistono infatti vari fattori interferenti: da un lato, ci sono colpevoli che non sperimentano la paura di essere scoperti a mentire oppure che sono abituati a farlo (Ford, 2004), dall'altro, anche un innocente può sperimentare stress durante un interrogatorio alle domande che sa essere legate al caso in questione (Verschuere & Meijer, 2014). La risposta fisiologica misurata non rispecchia un unico processo alla base, quale può essere l'arousal (National Research Council, 2003). Non tutte le persone, inoltre, reagiscono allo stesso modo di fronte a paura e stress (Trovillo, 1939). È presente, perciò, un alto tasso (10-16%) di falsi positivi, ovvero di innocenti che vengono classificati come colpevoli (Granhag et al., 2015). Tale tecnica è anche soggetta a contromisure, ovvero strategie diversive mentali o fisiche, come contare mentalmente all'indietro oppure premere i piedi per terra, che ne riducono drasticamente la sensibilità – anche del 50% (Ben-Shakar & Elaad, 2003; Honts et al., 1994; National Research Council, 2003). Per tali motivazioni l'uso del poligrafo è stato fortemente criticato in quanto tecnica dalla debole base teorica e dallo scarso supporto empirico (National Research Council, 2003) e non costituisce una prova ammissibile in tribunale secondo il Codice di Procedura Penale italiano¹ (Gulotta, 2020).

Dagli anni '50 David Lykken ha ideato una diversa applicazione del poligrafo, conosciuta come paradigma del *Guilty Knowledge Test* o anche del *Concealed Information Test* (CIT). Si tratta della prima applicazione di *memory detection*: il test ha lo scopo di confrontare l'attivazione fisiologica che la persona ha di fronte a stimoli plausibili ma scorretti con quella che ha alla visione di stimoli legati al crimine, di cui siano a conoscenza solo la polizia e il colpevole (Granhag et al., 2015; Lykken, 1959). Il CIT ha una più solida base teorica: la nostra attenzione viene spostata su uno stimolo nuovo o inatteso potenzialmente importante, per capire come reagire ad esso; per il colpevole lo stimolo corretto è significativo e produce un riflesso di orientamento. La risposta di orientamento riflette la profondità del processamento cognitivo e le informazioni autoriferite sono processate in maniera maggiore: si tratta del "*self-reference effect*" (Ben-Shakar & Elaad, 2003). Un innocente invece non riesce a distinguere i vari stimoli tra di loro perché non ha alcun ricordo dei dettagli del crimine (Verschuere & Meijer, 2014).

¹ Art. 189 c.p.p.

Ciò che viene osservato in chi cerca di nascondere delle informazioni è una risposta maggiore di conduttanza cutanea, una soppressione del respiro e una decelerazione del battito cardiaco di fronte agli item familiari, sia per un riflesso di orientamento sia per i tentativi di inibire l'attivazione fisiologica (Lancry-Dayan et al., 2023).

Il CIT ha molti meno falsi positivi (5%) e quindi un minor rischio di incriminare un innocente (Granhag et al., 2015; Walczyk et al., 2018), ma comunque un buon numero di falsi negativi (attorno al 20%). Ha una validità che si aggira attorno all'80% (Granhag et al., 2015; Verschuere & Meijer, 2014), sebbene anche il CIT sia soggetto a contromisure che la riducono (Ben-Shakar & Elaad, 2003; Sartori et al., 2011).

Il paradigma CIT è molto flessibile ed è stato usato con varie tecniche, quali tempi di reazione (TR), potenziali evocati e dilatazione pupillare. A livello cerebrale sono stati realizzati vari studi con elettroencefalogramma (EEG): sembra che il riconoscimento di uno stimolo sia associato all'onda P300, una deflessione positiva nell'EEG che si verifica 300-800ms dopo la presentazione dello stimolo (Lancry-Dayan et al., 2023; Verschuere & Meijer, 2014). Più recentemente è stata utilizzata anche la risonanza magnetica funzionale (fMRI) allo scopo di individuare le aree cerebrali che si attivano quando il sospettato cerca di nascondere delle informazioni. Si tratterebbe del giro frontale inferiore bilaterale, del giro frontale centrale destro e della giunzione temporoparietale destra e, più in generale, di un'attivazione neurale di un network ventrale fronto-parietale (Verschuere & Meijer, 2014; Peth et al., 2015).

Ad eccezione del Giappone (Osugi, 2011), il CIT è ancora troppo poco utilizzato nei casi reali a discapito del paradigma delle domande di controllo che ha un tasso di errore maggiore. Ci sono alcuni casi in cui non può essere applicato, ovvero quando la polizia non possiede abbastanza dettagli del crimine oppure quando questi vengono diffusi dai media e sono quindi anche a disposizione di persone innocenti (Verschuere & Meijer, 2014). Utile per migliorare la sensibilità del test è la combinazione di più misure, quali quelle fisiologiche, neuroscientifiche e comportamentali (Nahari & Ben-Shakhar, 2011; Verschuere & Meijer, 2014). Le più utilizzate misure comportamentali sono i tempi di reazione.

Il paradigma RT-CIT, considerato una valida ed economica alternativa agli altri tipi di misure (Seymour et al., 2000), prevede la presentazione dei dettagli critici all'interno di

una serie di dettagli irrilevanti egualmente plausibili. Vengono poste al sospettato una serie di domande a risposta multipla; per assicurare che l'attenzione sia elevata, è stato inserito nella procedura un *oddball task*: la persona deve premere un pulsante quando vede uno stimolo target, mentre ne deve premere un altro per tutti gli altri stimoli, compresi quelli critici (Granhag et al., 2015). I tempi di reazione dei colpevoli si allungano di fronte a un item critico, mentre ciò non avviene con uno stimolo irrilevante.

1.5 Tempi di reazione e carico cognitivo

I tempi di reazione (TR) sono gli indici comportamentali più studiati nella storia della psicologia. L'interesse nel loro uso in ambito forense risale agli inizi del secolo scorso con studiosi quali Henke e Eddy, Jung e Marston, che collegano le emozioni e in particolare la paura a un allungamento dei tempi di reazione di chi mente (Granhag et al., 2015; Marston, 1920). Il loro utilizzo si rifà alla logica della cronometria mentale, nata con Donders a fine Ottocento (Donders, 1969): la sottrazione dei TR delle risposte veritiere dai TR di una risposta menzognera dà un'idea dei processi cognitivi aggiuntivi necessari a mentire. Mentire richiede un tempo mentale più lungo (Sartori, 2021). Chi mente ha latenze di risposta più lunghe poiché il carico cognitivo associato all'atto di mentire è maggiore rispetto a quello associato al dire la verità (Sartori et al., 2018). Le risorse di attenzione e di memoria di lavoro adibite ai compiti cognitivi sono limitate e mentire richiede un uso maggiore di tali risorse (Walczyk et al., 2018). La menzogna è un atto cognitivo di complessità maggiore: mentre la verità viene spesso alla mente automaticamente, mentire richiede vari passaggi. In primo luogo, la verità deve essere inibita, poi la persona deve creare una storia plausibile e in linea con il resto delle informazioni in possesso dell'interlocutore, deve ricordare ciò che ha detto e monitorare il proprio comportamento per apparire onesto (Granhag et al., 2015).

Una possibile teoria che spiega la maggiore complessità cognitiva di una menzogna è l'*Activation-Decision-Construction-Action Theory* (ADCAT), nella versione aggiornata di Walczyk et al. (2014). La prima componente, *Activation*, prevede il recupero della verità dalla memoria a lungo termine e la sua attivazione nella memoria di lavoro. Ciò avviene generalmente in maniera automatica. Il secondo passaggio è costituito dalla decisione di mentire oppure di dire la verità: maggiore è la perdita attesa, più è probabile che la scelta ricada sulla menzogna (Walczyk et al., 2018). La terza componente, ovvero

la costruzione vera e propria della bugia, consiste nel manipolare le informazioni controllando che la storia sia coerente nelle sue varie parti e con gli elementi già in possesso dell'interlocutore, in modo da essere creduti. Infine, con l'ultima componente, *Action*, la persona esterna la menzogna e controlla il suo comportamento in modo da non sembrare colpevole (Walczyk et al., 2018).

A supporto dell'ipotesi del carico cognitivo, durante una menzogna è stata rilevata un'attivazione di aree cerebrali, soprattutto frontali, associate all'esecuzione di compiti cognitivi complessi (Gombos, 2006; Walczyk et al., 2018). Inoltre, sembra che la capacità di mentire efficacemente emerga nei bambini solo con lo sviluppo della teoria della mente – ovvero l'abilità di comprendere gli stati mentali altrui, i loro desideri e le loro credenze come diverse dalle proprie – e delle funzioni esecutive, in particolare dell'inibizione (Gombos, 2006).

Il carico cognitivo provoca maggiori incoerenze e più esitazione nella risposta, una riduzione dei movimenti oculari, dei movimenti del corpo e del contatto oculare e un allungamento dei tempi di risposta (Walczyk et al., 2018).

I tempi di reazione, utilizzati per il rilevamento della memoria colpevole, hanno un'alta accuratezza attorno al 90% (Seymour et al., 2000). Da una recente metanalisi di Suchotzki et al. (2017), che prende in considerazione più paradigmi che fanno uso dei TR, emerge che la differenza media dei TR tra chi mente e chi dice la verità è di 115ms e la grandezza dell'effetto è larga e significativa ($d = 1.25$). Sono stati individuati come moderatori il paradigma utilizzato e la motivazione del soggetto a mentire, i quali comunque non intaccano di molto la grandezza dell'effetto, che rimane elevata. Un elemento critico dei tempi di reazione è il loro essere soggetti a contromisure: istruzioni su come battere il test possono portare a un output falso. La motivazione potrebbe portare a un maggiore funzionamento esecutivo e quindi a rispondere più velocemente con una menzogna oppure potrebbe aumentare il successo dei tentativi di finzione, portando a rallentare i TR per le risposte vere. Nella metanalisi di Suchotzki et al. (2017), sebbene vi siano in letteratura tesi contrarie (McCornack et al., 2014), nessun moderatore inverte l'effetto della menzogna sui TR: la menzogna è risultata sempre più cognitivamente impegnativa rispetto al dire la verità.

Non tutte le menzogne, però, hanno lo stesso grado di complessità cognitiva (Sartori, 2021). Il carico cognitivo è molto differente a seconda della tipologia scelta. Ci sono infatti menzogne più facili da produrre, come la negazione della verità o una bugia di omissione, e menzogne più articolate, come la fabbricazione di una storia alternativa, che richiedono l'uso di varie funzioni esecutive (Walczyk et al., 2018).

Le funzioni esecutive individuate come responsabili del carico cognitivo sono attenzione, metacognizione, gestione della memoria di lavoro, inibizione della risposta e *task switching*, che devono inibire il ricordo veritiero, produrre alternative plausibili, controllare le reazioni degli interlocutori e modificare il comportamento (Gombos, 2006; Suchotzi et al., 2017). Sembra che la verità si attivi per prima in maniera automatica e che questo allunghi i tempi di reazione. Due meccanismi che sembrano contribuire all'effetto della menzogna sui tempi di reazione sono la risoluzione del conflitto tra dire la verità oppure mentire e possibili lacune nel mantenimento degli obiettivi (Suchotzi et al., 2017).

Mentire diventa più facile se la falsa storia viene ripetuta più volte e imparata, mentre è più difficile quando la risposta vera è molto radicata in memoria (Suchotzi et al., 2017). Perché possa aumentare il carico cognitivo, infatti, è necessario che chi mente sia in grado di recuperare facilmente la sua reale attività, in modo tale da rendere più difficile sopprimerla (Granhag et al., 2015). Dall'altra faccia della medaglia, per distinguerlo correttamente da chi è sincero, anche chi dice la verità deve avere facile accesso al ricordo, altrimenti ci penserà più a lungo e aumenterà i tempi di risposta. Un altro elemento che può invertire il legame tra allungamento dei TR e la menzogna è la pianificazione. La pianificazione, infatti, rende la menzogna più facile (DePaulo et al., 2003): quando non c'è pianificazione la latenza di risposta è più ampia, mentre se la bugia è pianificata l'effetto sembra invertirsi, ovvero la risposta del soggetto è più veloce quando mente rispetto a quando dice la verità. Anche a livello cerebrale sono stati individuati pattern di attivazione differenti tra bugie pianificate e bugie spontanee (Ganis & Keenan, 2009). La ripetizione di una menzogna e un allenamento nel suo utilizzo riducono il carico cognitivo e quindi i tempi di risposta associati (Hu et al., 2012a).

Sebbene quindi la maggior parte della letteratura supporti la teoria per cui mentire richieda un carico cognitivo maggiore e tempi di reazione più lunghi, non mancano anche

evidenze del contrario (DePaulo et al., 2003; Hu et al., 2012a; McCornack et al., 2014). Ci sono casi in cui dire la verità è cognitivamente più dispendioso rispetto a mentire, casi che mettono a dura prova gli strumenti che utilizzano i tempi di reazione.

Per ovviare a questo problema sono nate alcune tecniche volte a indurre un aumentato carico cognitivo in chi mente, come il mantenimento del contatto oculare o la tecnica delle domande inaspettate che permette di cogliere alla sprovvista il sospettato, non più in grado di preparare la risposta in anticipo (Sartori, 2021; Walczyk et al., 2018). Una domanda inaspettata ben predisposta dovrebbe richiedere una risposta automatica a chi è sincero, mentre una risposta ragionata e quindi più lenta a chi mente.

Un'altra tecnica che utilizza i tempi di reazione e aggiunge carico cognitivo imponendo di rispondere accuratamente e velocemente a vari item creando un'interferenza nella risposta (Walczyk et al., 2018) è l'*autobiographical Implicit Association Test* (aIAT) (Sartori et al., 2008).

1.6 *Autobiographical Implicit Association Test* (aIAT)

L'*autobiographical Implicit Association Test* nasce per l'esigenza di avere un test che possa discriminare quale tra due versioni alternative di un ricordo autobiografico sia quella vera per il soggetto, con maggiore sensibilità e specificità rispetto ai classici metodi di *lie detection*, ma anche rispetto al CIT, che ha una sensibilità attorno al 75-80% (Verschuere & Meijer, 2014), sopra quindi il livello del caso, ma lontana dalla perfezione. L'aIAT è una versione alternativa dell'*Implicit Association Test* (IAT), un metodo per valutare la forza delle associazioni automatiche (Greenwald et al., 1998), molto utilizzato in psicologia sociale. È un test computerizzato di categorizzazione di frasi a scelta forzata tra due tasti. Quando il soggetto deve rispondere con lo stesso tasto a frasi che appartengono a due categorie non associate nella sua mente, i tempi di reazione si allungano (Sartori et al., 2018); il contrario avviene invece quando le due categorie sono associate tra di loro. Mentre nel test originale vi sono due categorie di concetti (ad es., Americano Europeo/Americano Africano) e due categorie di attributi (ad es., Buono/Cattivo), nell'aIAT ci sono due dimensioni logiche (Vero/Falso) e due categorie che si riferiscono a due versioni alternative di un evento autobiografico, mutualmente esclusive tra di loro, ovvero che non possono essere entrambe vere per la persona. Al fine

di ottenere una migliore performance del test, è importante seguire il format A/B dove A e B sono due eventi diversi alternativi, e non il format A/non-A, ovvero un evento e la sua negazione (Granhag et al., 2015). La stessa indicazione deve essere seguita per la costruzione delle singole frasi, pena una riduzione dell'accuratezza fino al 30% (Agosta et al., 2011c).

Il test è strutturato in cinque blocchi, tra cui tre semplici (1, 2, e 4) e due combinati (3 e 5). Nei blocchi semplici ad ogni tasto è associata una sola categoria, nei blocchi doppi invece a ogni tasto sono associate due categorie. In ogni blocco lo stimolo viene presentato al centro dello schermo e il soggetto ha il compito di classificarlo nella categoria appropriata il più velocemente e il più accuratamente possibile (Sartori et al., 2008). Nel Blocco 1 ai partecipanti vengono presentate frasi oggettivamente vere oppure oggettivamente false sulla situazione in cui si trovano in quel momento, ad esempio "Sono seduto su una sedia" oppure "Sto scalando una montagna". Le frasi vere devono essere inequivocabilmente vere per tutti. Nel Blocco 2 vengono presentate frasi che si riferiscono alle due versioni alternative dell'evento, una innocente e una colpevole. Nel Blocco 3 i partecipanti devono classificare con lo stesso tasto le frasi vere e le frasi riferite all'evento autobiografico colpevole e con l'altro tasto le frasi false e quelle riferite all'evento innocente. Nel Blocco 4 ritorna una sola categoria per tasto. Il Blocco 4 ricalca il Blocco 2, ma i tasti vengono invertiti. Infine, nel Blocco 5 i partecipanti devono classificare con lo stesso tasto le frasi vere e quelle riferite all'evento innocente e con l'altro le frasi false e quelle riguardanti l'evento colpevole.

I blocchi critici che vengono confrontati tra di loro sono il 3 e il 5: i TR sono più veloci nel blocco congruente, ovvero quello in cui due concetti associati tra di loro richiedono la scelta dello stesso tasto (Vero con il reale evento autobiografico) rispetto al blocco incongruente in cui richiedono differenti risposte motorie (Agosta & Sartori, 2013). Il concetto di vero è infatti fortemente associato a un proprio ricordo autobiografico.

Per distinguere quale tra le due versioni dell'evento è quella realmente accaduta, viene calcolato l'indice D-aIAT (Greenwald et al., 2003), che combina la velocità di risposta con l'accuratezza di classificazione. Il valore D-aIAT viene calcolato per ogni singolo partecipante e permette confronti *within-subject*, tra i TR del soggetto nel blocco 3 e i TR nel blocco 5. I tempi di reazione presentano infatti una grande variabilità interindividuale

e l'uso di informazioni relative al singolo soggetto è molto più utile nelle applicazioni reali (Suchotzki et al., 2017). L'accuratezza del test è molto elevata: nei sei esperimenti di validazione iniziale (Sartori et al., 2008) in media l'aIAT ha classificato correttamente il 91% dei soggetti, dato replicato nella review di Agosta & Sartori (2013), prendendo in considerazione anche studi provenienti da altri gruppi di ricerca (ad es., Hu & Rosenfeld, 2012).

L'aIAT è un test che può essere somministrato molto velocemente (10-15 min), anche online (Verschuere & Kleinberg, 2017). Richiede solamente un PC, elemento che lo differenzia dai metodi fisiologici o neuropsicologici di *lie detection* e ne permette un comodo uso nella pratica quotidiana investigativa e giudiziaria. Inoltre, può essere analizzato senza alcun training per il suo utilizzo: le analisi sono indipendenti dal somministratore (Agosta & Sartori, 2013). È molto flessibile e declinabile facilmente per il caso singolo, creando frasi ad hoc per gli eventi oggetto d'esame. È stato testato in applicazioni differenti, quali *mock crime*, ovvero crimini simulati in laboratorio, vacanze, consumo di cocaina ed eroina, patenti (Sartori et al., 2008), simulazione del colpo di frusta (Sartori et al., 2007), intenzioni future a medio e a lungo termine (Agosta et al. 2011a), intenzioni passate (Zangrossi et al., 2015), intenzioni alla base delle "bugie bianche" (Agosta et al., 2013), false memorie (Marini et al., 2012) e memorie "flashbulb" (Curci et al., 2015).

Nonostante i vantaggi nell'uso dell'aIAT, vi sono anche alcuni limiti. Non può essere utilizzato per rispondere a specifiche domande aperte e richiede la conoscenza di due versioni alternative di un evento, non sempre disponibili nelle mani dei valutatori (Walczyk et al., 2018). Inoltre ci sono fattori che influenzano l'accuratezza della sua performance.

1.6.1 Fattori che influenzano la performance dell'aIAT

Alcuni studi hanno testato l'effetto di contromisure, quali istruzioni esplicite o un vero e proprio addestramento, sull'accuratezza del test. Verschuere et al. (2009) hanno istruito i loro partecipanti sul funzionamento dell'aIAT e su come rallentare le prestazioni nel blocco congruente in modo tale da essere più lenti di quello incongruente. Una percentuale consistente del gruppo dei colpevoli (39-78%) è stata classificata come

innocente. Un limite di questo studio è però l'uso di frasi negative che, come evidenziato successivamente (Agosta et al., 2011c), riduce drasticamente l'accuratezza dell'aIAT. Agosta et al. (2011b) confermano comunque con il loro esperimento che l'aIAT è vulnerabile alle falsificazioni, sia che esse siano strategie spontanee sia che si tratti di vere e proprie indicazioni su come battere il test.

Data la difficoltà nel prevenire l'adozione di contromisure, risulta utile riconoscere a posteriori chi ne ha fatto uso (Verschuere & Meijer, 2014). Al fine di individuare coloro che hanno falsato il risultato del test, Agosta et al. (2011b) hanno sviluppato un algoritmo che studia il pattern di risposta del partecipante confrontando la velocità di risposta nei blocchi semplici con quella nei blocchi doppi. Chi vuole falsare il test, infatti, rallenta i TR del blocco doppio congruente, ma non modifica la velocità di risposta nei blocchi semplici. L'algoritmo risulta efficace nell'83% dei casi (Agosta et al., 2011b), ma lo stesso risultato non è stato replicato negli esperimenti di Hu et al. (2012b) e di Suchotzki et al. (2021). Al contrario degli studi precedenti, le istruzioni date ai partecipanti in Hu et al. (2012b) prevedevano l'accelerazione dei tempi di risposta nel blocco incongruente, senza il rallentamento di quelli del blocco congruente, motivo per cui l'algoritmo non è stato in grado di distinguere i falsificatori del test dai non falsificatori.

Così come il CIT, l'aIAT, basandosi sui tempi di reazione, è falsificabile (Suchotzki et al., 2021). Specifiche istruzioni e un training possono ridurre la capacità del test di discriminare tra innocenti e colpevoli e potrebbero permettere di controllare intenzionalmente l'effetto delle associazioni automatiche (Hu et al., 2012b). L'allenamento al test potrebbe aumentare l'efficacia dei partecipanti nel superare il conflitto di risposta alla base del funzionamento dell'aIAT, oppure potrebbe aumentare l'abilità di controllo cognitivo dei bias di risposta o ancora potrebbe creare nuove associazioni che modificano i processi associativi sottostanti alla performance (Hu et al., 2012b).

Il concetto di vero potrebbe non essere associato solamente al reale ricordo autobiografico. Infatti immaginare di compiere un'azione aumenta il suo valore implicito di verità (Shidlovski et al., 2014): i partecipanti rispondono più velocemente quando l'evento immaginato, rispetto a quello non immaginato, condivide lo stesso tasto con il concetto di vero. Immaginare un'azione può portare a una confusione della fonte e alla

creazione di un falso ricordo. Con confusione della fonte si fa riferimento al *Source Monitoring Framework* (SMF) e si intende più precisamente l'attribuzione di una memoria a una fonte facendo uso di euristiche, che talvolta possono portare ad errori (Takarangi et al., 2013). Più la persona esperisce una confusione della fonte del ricordo, meno chiaramente l'aIAT riesce a discriminare tra le azioni compiute e quelle non compiute ma solamente immaginate (Takarangi et al., 2013). Nonostante il D-aIAT sia più basso nei casi di confusione della fonte, in questo studio l'accuratezza del test rimane elevata, sopra il 90%. Lo stesso risultato si ha con l'esperimento di Takarangi et al. (2015), che mette a confronto l'abilità del test nel discriminare eventi recenti o relativi all'infanzia immaginati e realmente accaduti. Eventi reali più vicini nel tempo sono distinti più facilmente da quelli immaginati rispetto a quelli relativi all'infanzia. Gli eventi più recenti presentano più dettagli qualitativi, sono più familiari e più facilmente associati ad altri ricordi. Potrebbero entrare in gioco due processi della teoria SMF: immaginare un evento non reale potrebbe aumentarne l'associazione con il concetto di vero, oppure con il concetto di falso a causa del ricordo delle operazioni mentali svolte per immaginare l'evento (Takarangi et al., 2015).

Marini et al. (2012) hanno trovato che falsi ricordi, creati con il paradigma DRM, sono fortemente associati alle frasi vere, così come i veri ricordi. Vi è una differenza tra i TR delle memorie reali e i TR delle false memorie a livello di gruppo, mentre a livello individuale l'aIAT non è in grado di discriminare un singolo ricordo come vero o falso, come emerso anche attraverso un paradigma simile, l'*Implicit Association Test for Eyewitnesses* (IATe; Helm et al., 2016). L'aIAT quindi riflette ciò che è immagazzinato nella nostra memoria e identifica come veri ricordi anche i ricordi falsi ma fortemente ritenuti veri dalla persona (Agosta & Sartori, 2013).

Anche alcuni eventi immaginati, nonostante a livello esplicito siano riconosciuti come falsi, a livello implicito sono più associati al concetto di vero nell'aIAT rispetto agli eventi non immaginati (Shidlovski et al., 2014). Anche se la persona sa che l'evento non è realmente avvenuto, può comunque reagire a livello comportamentale come se fosse vero. Gli autori suggeriscono quindi che mentire a proposito di un evento falso ma ben rappresentato nella propria mente potrebbe essere più facile e che il contenuto stesso potrebbe apparire più vero nonostante a livello esplicito la persona sappia di star mentendo. Così come pianificare una bugia e allenarsi su di essa (DePaulo et al., 2003;

Hu et al., 2012a; Suchotzi et al., 2017), immaginare una falsa versione alternativa dell'evento potrebbe ridurre il carico cognitivo della menzogna e quindi i tempi di risposta ad essa associati.

Se l'aIAT non rileva soltanto un ricordo autobiografico, ma anche il modo in cui un evento è rappresentato nella mente della persona (Shidlovski et al., 2014), sopprimere un ricordo indesiderato, quale può essere il ricordo del crimine commesso, potrebbe ridurre la sua influenza implicita durante la performance dell'aIAT. Hu et al. (2015) hanno testato questa ipotesi, chiedendo ai partecipanti di sopprimere il ricordo del crimine simulato che avevano svolto in laboratorio. Sopprimere il recupero della memoria ha prodotto una riduzione della risposta P300 durante il CIT e una riduzione dei tempi di reazione nel blocco incongruente dell'aIAT. La soppressione potrebbe rendere le memorie indesiderate meno accessibili e meno in grado di influenzare il comportamento a livello implicito, potrebbe diminuire la forza associativa tra il crimine commesso e la verità.

Un sospettato colpevole potrebbe quindi sopprimere il ricordo relativo al crimine e allo stesso tempo immagazzinare in memoria informazioni false per influenzare il risultato dell'aIAT, ad esempio un falso alibi. Mentire e creare informazioni false può inoltre portare a errori di memoria, quali omissioni, distorsioni o anche false memorie (Otgaar & Baker, 2018; Riesthuis et al., 2021; Vieira & Lane, 2013), che hanno un impatto su ciò che il test può rilevare. Sembra che maggiori risorse cognitive vengano usate per la creazione della menzogna – quindi maggiore la sua complessità –, maggiore sia il suo effetto nocivo sulla memoria (Otgaar & Baker, 2018). Immagazzinare informazioni false creando un falso alibi riduce la memoria del crimine commesso (Riesthuis et al., 2021). D'altro canto, è anche possibile che negare la verità o creare una storia falsa e ripeterla in maniera ripetuta possa portare paradossalmente a un migliore recupero del vero ricordo, come sembrerebbe emergere dal lavoro di Battista et al. (2020).

1.6.2 Alibi e aIAT

La ricerca in tema di alibi ha avuto uno sviluppo solo recentemente, anche grazie alla tassonomia realizzata da Olson e Wells nel 2004 (Behl & Kienzle, 2022). Un alibi, dal latino "altrove", può essere definito come l'affermazione da parte del sospettato di trovarsi in un luogo diverso al momento del crimine: contiene quindi una localizzazione

e un intervallo temporale. Un alibi costituisce un fatto incompatibile con la ricostruzione degli eventi dell'accusa e scagiona il sospettato. Due tipologie di evidenza possono corroborare la veridicità dell'alibi: delle prove fisiche oppure la testimonianza di una persona, vicina o sconosciuta che sia (Behl & Kienzle, 2022). L'assenza di entrambe porta alla minore credibilità possibile di un alibi. In presenza di scarse prove a sostegno dell'alibi diventa necessario distinguere un alibi veritiero da uno falso. Per individuare un falso alibi è stato proposto l'uso del *verifiability approach* – ma solamente nel caso in cui ci sia una persona ad avvallare la tesi del sospettato – oppure dell'aIAT (Behl & Kienzle, 2022).

Vi sono però le prime evidenze sull'impatto che un alibi può avere sulle tecniche di *lie detection*. Foerster et al. (2017) hanno trovato che un falso alibi può ribaltare il carico cognitivo e la risposta comportamentale di chi mente: mentre il risultato atteso era che la menzogna fosse cognitivamente più dispendiosa e producesse tempi di risposta più lunghi (Suchotzki et al., 2017; Walczyk et al., 2018), imparare un alibi per coprire la reale attività svolta porta a TR più brevi rispetto a quelli associati al ricordo autobiografico. L'internalizzazione di un alibi ha influenzato anche la performance allo *Sheffield Lie Test*, anch'esso basato sui TR, e ha ridotto la sua accuratezza discriminativa tra innocenti e colpevoli (Suchotzki et al., 2018).

Gli unici esperimenti che hanno indagato l'effetto di immaginare un falso alibi sulla performance all'aIAT sono quelli di Dhammapeera et al. (2020). Nel primo i partecipanti sono stati divisi in un gruppo di innocenti, a cui veniva chiesto di scrivere la loro mail su un foglio, e in un gruppo di colpevoli che veniva coinvolto in un *mock crime* e doveva commettere un furto in laboratorio. Metà dei colpevoli doveva immaginare di compiere l'azione svolta dagli innocenti come se fosse vera, memorizzarla e usarla successivamente come alibi falso. I valori D-aIAT del gruppo dei colpevoli con alibi sono risultati significativamente inferiori rispetto a quelli del gruppo dei colpevoli senza alibi e non distinguibili dallo zero; l'accuratezza della classificazione tra innocenti e colpevoli con alibi non è significativamente maggiore del caso. Immaginare un alibi falso ha creato una memoria di quell'azione che ha un effetto sulla prestazione all'aIAT e impedisce la distinzione tra colpevoli del gruppo alibi e innocenti (Dhammapeera et al., 2020).

Ciò che emerge dall'esperimento successivo svolto dagli stessi autori è che immaginare un falso alibi non impatta sulla memoria originale del crimine né elimina il valore implicito di verità del reale ricordo, al contrario di quanto ottenuto da Riesthuis et al. (2021). Sembra piuttosto che immaginare un alibi aumenti il valore implicito di verità dello scenario immaginato senza intaccare il vero ricordo autobiografico. Nel terzo esperimento svolto da Dhammapeera et al. (2020), tra il *mock crime* e l'aIAT è stato inserito un intervallo di una settimana. Oltre al gruppo di colpevoli senza alibi e a quello degli innocenti, vi era un gruppo di colpevoli che imparava l'alibi subito prima dell'aIAT durante la seconda sessione sperimentale e un gruppo di colpevoli che invece ripeteva l'alibi una volta al giorno durante la settimana tra la prima e la seconda sessione. La ripetizione prolungata di un alibi durante un certo intervallo di tempo sembra essere una strategia meno efficace del ripetere una sola volta un alibi prima dello svolgimento del test (Dhammapeera et al., 2020). Gli autori spiegano l'effetto paradossale che si è verificato sostenendo che probabilmente aumentando la ripetizione a casa è aumentato anche il recupero della memoria del *mock crime*, così come la sua influenza automatica sul comportamento e più nello specifico sui tempi di reazione nell'aIAT.

L'utilizzo di contromisure, quali il rallentamento dei TR nel blocco congruente, l'accelerazione di essi nel blocco incongruente o la memorizzazione di un alibi, sembrano impattare sulla performance nell'*autobiographical Implicit Association Test* e ridurne l'accuratezza, sollevando dubbi sul suo utilizzo nei casi reali allo stato attuale. Una possibile soluzione per aumentare la sensibilità del test potrebbe essere quella di combinare più misure.

Fin dal secolo scorso è stato proposto di misurare vari indici psicofisiologici per aumentare l'accuratezza del poligrafo (Cutrow et al., 1972). La combinazione di più misure fisiologiche (conduttanza cutanea, battito cardiaco, pressione arteriosa, ritmo respiratorio) e non (EEG, fMRI, TR) durante la somministrazione del CIT porta a un incremento dell'efficacia del test nella discriminazione tra innocenti e persone in possesso dell'informazione colpevole (Nahari & Ben-Shakhar, 2011; Verschuere & Meijer, 2014). Ciò si basa sul fatto che differenti indici rispecchiano differenti processi cognitivi (Hu & Rosenfeld, 2012). Ulteriore beneficio potrebbe derivare dalla somministrazione indipendente di due test differenti che possano coprire un maggior numero di processi sottostanti al possesso della memoria colpevole, come emerge dal lavoro di Nahari &

Ben-Shakhar (2011), che utilizza in aggiunta al CIT il *Symptom Validity Task* e il *Number Guessing Test*. Hu and Rosenfeld (2012) hanno testato la combinazione del P-300 CIT con l'aIAT, che è risultata in una maggiore efficacia di discriminazione.

Altre misure che sono state proposte in combinazione con il CIT sono dei sensori posizionati sulla sedia che misurano la respirazione, senza che l'interrogato ne sia a conoscenza (Granhag et al., 2015): oltre a incrementare un po' la correttezza del CIT, hanno la potenzialità di essere nascoste e al di fuori del controllo della persona, quindi meno soggette alle contromisure. L'uso di misure *covert*, ovvero nascoste, potrebbe essere in parte una soluzione alle contromisure (Granhag et al., 2015).

Un'altra tecnica che ha il potenziale per essere *covert* ed essere utilizzata in combinazione con altre è la rilevazione dei movimenti oculari.

1.7 Movimenti oculari e *lie detection*

Fin dagli anni '70 diversi parametri descrittivi dei movimenti oculari sono stati individuati come candidati ideali a supporto di classiche tecniche basate su indici fisiologici atte a distinguere chi mente da chi dice la verità (Cutrow et al., 1972). Tra di essi troviamo:

- *blinking*, ovvero i battiti delle ciglia;
- ampiezza della pupilla;
- *saccadi*, ovvero dei movimenti rapidi a scatti che spostano lo sguardo in una nuova posizione, così brevi da non permettere il processamento delle informazioni lungo la loro traiettoria (Findlay & Walker, 1999);
- *fissazioni*, ovvero gli intervalli tra una saccade e l'altra, anche definite come pause dello sguardo sul display (Hannula et al., 2010);
- *AOI (Area of Interest)*, utilizzate per connettere i movimenti oculari a parti dello stimolo utilizzato, ad esempio il tempo speso a guardare un particolare oggetto (Hessels et al., 2016).

Nonostante la letteratura su movimenti oculari e *lie detection* sia piuttosto limitata, è possibile individuare alcune indicazioni. Ad esempio, chi mente mostra una maggiore dilatazione pupillare, minori movimenti oculari e fissazioni più lunghe sul target

(Granhag et al., 2015; Walczyk et al., 2018). Il tasso di *eye-blinking* diminuisce durante la produzione della menzogna e poi presenta un aumento compensatorio dopo la sua erogazione (Granhag et al., 2015; Leal & Vrij, 2008), nonostante ci siano anche evidenze di un aumento di *blinking* durante la menzogna (DePaulo et al., 2003; Walczyk et al., 2018). Possiamo individuare vari processi cognitivi sottostanti a questi cambiamenti. Leal and Vrij (2008) spiegano il loro risultato alla luce del costrutto del carico cognitivo, che, come già precedentemente evidenziato, non è uguale per tutti i tipi di menzogne, per cui ciò spiegherebbe le differenze riscontrate in altri studi. Un'altra variabile che causa un aumento di *blinking* è l'ansia, che ugualmente potrebbe essere presente in un interrogatorio, ma che nello studio di Leal and Vrij (2008) sembra caratterizzare solo gli innocenti. Chi mente riduce il numero di *blinking* e di movimenti oculari in modo da evitare distrazioni visive e mantenere l'attenzione focalizzata sulla costruzione della menzogna, che utilizza già varie risorse cognitive (Walczyk et al., 2018). Un altro processo che è stato proposto come spiegazione delle differenze nel tasso di *blinking* è la valutazione delle conseguenze di una menzogna (DePaulo et al., 2003).

L'ampiezza della pupilla e l'ampiezza delle saccadi sono associate alla difficoltà del compito e allo sforzo mentale (il cosiddetto "*cognitive load*") richiesto per portarlo a termine (Krejtz et al., 2018) e ciò è stato evidenziato anche in compiti molto differenti tra loro (Beatty, 1982). L'ampiezza pupillare è connessa anche al livello attentivo e alle distrazioni durante un compito (Unsworth & Robison, 2016). Assieme alla durata delle fissazioni, è un indice di profondità di processamento delle informazioni (Granhag et al., 2015; Just & Carpenter, 1980): ci permette di comprendere il carico cognitivo esperito dalla persona. Il diametro pupillare basale è però influenzato anche dall'arousal e dallo stato emotivo (Granhag et al., 2015), nonché da fattori ambientali, quale il riflesso della luce, che richiede il mantenimento di una costante illuminazione dello schermo del computer (Beatty, 1982). Sembra però poco soggetto a contromisure (Twyman et al., 2015).

1.8 Movimenti oculari e *memory detection*

Un approccio complementare alla *lie detection* è la cosiddetta *memory detection*. In altre parole, invece di porsi l'obiettivo di individuare i marker della menzogna, intesa come tentativo di nascondere la verità fornendo una dichiarazione alternativa, questo approccio

ha come obiettivo quello di identificare la presenza di un ricordo autobiografico nell'esaminando. Anche lo studio dei movimenti oculari può essere utilizzato a questo scopo. I movimenti oculari, infatti, sono sensibili al recupero delle informazioni in memoria (Hannula et al., 2010; Lancry-Dayana et al., 2023) e sono stati studiati come tecnica di *memory detection* da soli e in congiunzione con altre misure. Peth et al. (2013) hanno trovato differenze nelle fissazioni e nei *blinking* tra innocenti e persone in possesso dell'informazione colpevole all'interno di un paradigma CIT. Un minor numero di fissazioni di durata maggiore è associato ai dettagli relativi al crimine commesso, rispetto agli stimoli neutri. L'effetto rimane anche alla scomparsa dello stimolo con lo schermo vuoto, nell'intervallo tra uno stimolo e quello successivo. Le persone con memorie relative al crimine mostrano meno esplorazione degli stimoli critici, presentano un minor numero di fissazioni più prolungate, soprattutto verso aree meno centrali dello stimolo (Lancry-Dayana et al., 2023; Peth et al., 2013). Lo stesso avviene con i *blinking*: il tasso di *blinking* è ridotto per gli stimoli critici durante la loro presentazione, ma soprattutto dopo la loro scomparsa. Peth et al. (2013) suggeriscono che la riduzione delle fissazioni potrebbe essere legata a un'iniziale risposta di orientamento, mentre i *blinking* sarebbero connessi al carico cognitivo o all'inibizione della verità. In questo studio però i movimenti oculari non aggiungono validità incrementale rispetto alle tradizionali misure fisiologiche.

Una possibile spiegazione di tale risultato risiede nella metodologia utilizzata. Usando il paradigma CIT classico, così come nell'esperimento di Peth et al. (2013), l'efficacia nella discriminazione tra innocenti e colpevoli è del 63%, mentre quando più stimoli vengono presentati in modo simultaneo l'efficacia sale all'86% (Lancry-Dayana et al., 2023). Con il secondo tipo di paradigma i movimenti oculari sono influenzati dal tipo di compito. In compiti di visualizzazione libera l'oggetto familiare è fissato più a lungo e il test è più soggetto a contromisure, mentre con un compito di memorizzazione lo sguardo si concentra principalmente sugli stimoli non familiari e l'effetto non si riduce con le contromisure (Lancry-Dayana et al., 2023).

A livello macroscopico, un pattern che i movimenti oculari potrebbero assumere è quello di evitamento degli stimoli familiari legati al crimine allo scopo di non farsi scoprire (Kim et al., 2019; Mahoney et al., 2018). Quello che però entrambi gli studi mostrano è che subito dopo la presentazione dello stimolo (500ms circa) lo sguardo va a ciò che è

familiare ovvero allo stimolo legato al crimine e rivela il riconoscimento, per poi evitarlo. In altre parole, in un primo momento si attiverebbe un riflesso di orientamento verso uno stimolo familiare e solo successivamente la persona riuscirebbe ad acquisire controllo sulle fissazioni (Kim et al., 2019). La memoria influenza i movimenti oculari in maniera molto rapida e automatica, anche al di là della nostra consapevolezza (Hannula et al., 2010). L'attenzione e lo sguardo, che è molto correlato ad essa (Deubel & Schneider, 1996), vengono catturati dalla salienza dello stimolo, che può essere funzione sia delle sue caratteristiche percettive sia delle esperienze passate (Awh et al., 2012; Hannula et al., 2010; Zangrossi et al., 2021). I movimenti oculari sono infatti influenzati da alcuni fattori automatici e da altri più controllabili. Soprattutto l'iniziale traiettoria dello sguardo (ad es., la prima fissazione) è poco sotto il controllo volitivo della persona ed è influenzata dalla salienza dello stimolo (Theeuwes et al., 1998) o dalla memoria (Hannula et al., 2010), anche quando si discosta dagli obiettivi personali o dalle richieste del compito ed è svantaggioso per la persona.

Proprio grazie al fatto che i movimenti oculari non sono completamente sotto il nostro controllo personale, essi potrebbero essere più resistenti alle contromisure ed essere di grande utilità nelle reali applicazioni forensi.

L'unico studio che ha combinato la somministrazione dell'aIAT con la registrazione dei movimenti oculari è quello di Ogawa et al. (2021), che in particolare ha preso in considerazione l'ampiezza pupillare. Gli autori hanno evidenziato con un esperimento basato su un *mock crime* che la pupilla è più larga nei blocchi incompatibili sia per gli innocenti che per i colpevoli. Un maggiore carico cognitivo associato al dover rispondere con lo stesso tasto alle frasi di due categorie non associate nella mente della persona provoca sia un rallentamento dei tempi di reazione sia un ampliamento del diametro della pupilla. I dati pupillari permettono un'accurata discriminazione tra i due gruppi (AUC = 0.86), sebbene inferiore rispetto a quella ottenuta con i tempi di reazione (AUC = 0.95). Il vantaggio di inserire anche la rilevazione dei movimenti oculari potrebbe essere quello di valutare la compatibilità tra i due indici e permettere quindi il riconoscimento di coloro che adottano contromisure nell'esecuzione dell'aIAT. Come suggerito da Ogawa et al. (2021), l'uso di più misure potrebbe essere particolarmente utile nei contesti forensi, per aumentare l'accuratezza del test, ma anche per valutare la compliance nei confronti delle istruzioni.

1.9 Uso delle tecniche di *memory detection* in tribunale

L'uso delle tecniche di *memory detection* in tribunale potrebbe essere dirimente in molti casi in cui vi siano dubbi sulla veridicità delle testimonianze e sullo svolgimento dei fatti. Per tale motivo, nonostante i limiti di questi strumenti la ricerca in questo ambito continua ad avere una grossa spinta, a testare nuove tecniche e sviluppare nuovi metodi.

Tali test assumono ancora più importanza se si pensa che l'accuratezza umana nel discriminare chi mente da chi è onesto è molto bassa, vicino al livello del caso. Una metanalisi di Bond e DePaulo (2006) ha rilevato che le persone riescono a raggiungere un'accuratezza media di discriminazione del 54% e che sono più accurate nel riconoscere la verità rispetto alla menzogna – 61% per le dichiarazioni veritiere, 47% per le bugie. Nemmeno persone più esposte a chi mente, quali investigatori professionisti, poliziotti o giudici, riescono grazie alla loro esperienza a individuare correttamente la menzogna: hanno prestazioni solo poco superiori alla media (Sartori, 2021; Gulotta, 2020). Anche per quanto concerne la discriminazione tra un alibi vero e un alibi falso, i livelli dell'accuratezza sono molto bassi, attorno al livello del caso (Culhane et al., 2013).

Ciò probabilmente avviene poiché non esistono indicatori verbali e non verbali attendibili della menzogna (DePaulo et al., 2003). Non esiste un singolo indice che permetta di distinguere inequivocabilmente verità e menzogna (Hartwig & Bond, 2014). La significatività di alcuni indicatori è solo probabilistica: non c'è nessun comportamento che avviene solo quando le persone mentono e mai quando dicono la verità (DePaulo et al., 2003). I comportamenti che sono indicativi di menzogna possono esserlo anche di altri processi.

Nonostante ciò, la fiducia nelle proprie abilità di *lie detection* è elevata, maggiore della reale accuratezza. Varie metanalisi (DePaulo et al., 1997; Volz et al., 2022) hanno evidenziato come la correlazione tra accuratezza e fiducia nel proprio giudizio non sia significativamente diversa da zero ($r = 0.04$). Anche quando le persone si sentono molto sicure di sé non c'è alcuna garanzia di correttezza. È anzi emerso che, se sono molto motivate, la loro accuratezza scende e allo stesso tempo la loro sicurezza aumenta (Porter & Brinke, 2010). Possono poi fare affidamento sul loro grado di fiducia e adottare la cosiddetta “visione a tunnel”, arrivando quindi a giudizi erronei ed estremamente soggettivi.

In ogni caso in ambito giudiziario devono essere prese decisioni di tipo categoriale sul caso singolo e l'ausilio di strumenti che possano aiutarle potrebbe essere di grande utilità. Le tecniche scientifiche entrano nel processo attraverso la consulenza tecnica o la perizia, qualora il giudice ritenga che non siano sufficienti le massime comuni d'esperienza o le parti le reputino necessarie alla loro causa (Gulotta, 2020).

Perché possano essere ammesse in tribunale le prove scientifiche però devono rispettare alcuni criteri. Il giudice è “custode e garante della scientificità della conoscenza fattuale espressa nel processo”²; egli pone al vaglio la prova di qualsiasi esperto per saggiarne la base empirica e la sua validità. Per farlo sono state stabilite delle regole da seguire, i criteri Daubert, che superano il criterio dell'ipse dixit, del prestigio dell'esperto e della mera accettazione generale nella comunità scientifica, come sancito precedentemente dalla Sentenza Frye³, e si focalizzano sui metodi e sui principi utilizzati (Faigman & Monahan, 2005). La Sentenza Daubert⁴ richiede che l'esperto sia qualificato sulla base dell'istruzione, delle competenze e dell'esperienza pratica e che la testimonianza sia rilevante rispetto al fatto oggetto di disputa giudiziaria. Le prove fornite dell'esperto devono essere in grado di supportare l'opinione sul caso singolo. Inoltre, l'oggetto della testimonianza deve essere valido e attendibile; per valutare la validità scientifica sono stati proposti quattro fattori.

In primo luogo, la prova deve essere verificabile e quindi falsificabile, nonché sufficientemente testata. Deve poi essere conosciuto il tasso di errore della prova, ovvero il costo di commettere un errore e il tipo di errore: un alto tasso di falsi positivi, infatti, può portare al rischio di incriminazione di un innocente, che è meno tollerato in ambito legale rispetto al rischio di lasciare in libertà un colpevole (tasso di falsi negativi). Qualsiasi modello scientifico è un'approssimazione alla realtà, non la realtà stessa. L'errore è perciò intrinseco alla scienza e può solo essere ridotto (Fornari, 2018).

Gli ultimi criteri prevedono inoltre che l'evidenza scientifica debba essere pubblicata e sottoposta a controllo da parte di esperti, alla cosiddetta peer review e infine godere di una generale accettazione nella comunità scientifica (Faigman & Monahan, 2005).

² Sentenza Cozzini, Cass. Sez. IV n.43786/2010

³ Frye v. United States, 293 F. 1013 (D.C. Cir. 1923)

⁴ Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc., 509 U.S. 579, 113 S. Ct. 2786 (1993)

Sebbene distinti in quattro fattori in realtà sono tutti aspetti estremamente legati tra di loro.

In Italia i principi Daubert vengono ripresi dalla Sentenza Cozzini⁵, che aggiunge i criteri di affidabilità e indipendenza dell'esperto (Fornari, 2018). Una collaborazione tra giustizia penale e scienza viene definita essenziale dalle Sezioni Unite⁶, che sottolineano allo stesso modo la necessità di un aggiornamento delle nozioni scientifiche e di una loro condivisione nella comunità scientifica.

Per passare il vaglio di questi criteri restrittivi, le tecniche di *memory detection* devono essere adeguatamente testate e migliorate. Dato che qualsiasi metodo è soggetto a qualche tipo di errore, risulta utile combinare più indicatori insieme anche tramite varie modalità (Burgoon, 2019) e testarne l'accuratezza incrementale che ne deriva.

Come già evidenziato, indicatori multipli sono più efficaci nel rilevare una menzogna rispetto a un singolo indice (Hartwig & Bond, 2014; Porter & Brinke, 2010; Twyman et al., 2015) e riducono l'errore umano. Risulta indicato un approccio olistico che tenga conto del principio di convergenza delle evidenze (Burgoon, 2019). Nella dialettica processuale “non esistono dati probatori che garantiscano la certezza di un'ipotesi esplicativa, ma la loro numerosità, concordanza e precisione può rendere più verosimile e credibile una ricostruzione giudiziaria piuttosto che l'altra” (Gulotta, 2020, p.191).

Il nostro studio si concentrerà proprio sulla combinazione di due approcci, l'*autobiographical Implicit Association Test* e l'*eye-tracking*.

⁵ Sentenza Cozzini, Cass. Sez. IV n.43786/2010

⁶ Sentenza Raso, Cass, Sez. Un. n.9163/2005

CAPITOLO 2 – IL NOSTRO STUDIO

2.1 Ipotesi e obiettivi dello studio

L'aIAT è uno strumento valido e utile in ambito forense per individuare se un accusato possieda il ricordo del reato. Come abbiamo visto, però, è soggetto a contromisure che ne riducono l'accuratezza. Il nostro studio, in primo luogo, ha l'obiettivo quindi di valutare se la performance dell'aIAT può essere influenzata dal grado di familiarità con un alibi e dal livello di gravità del reato. In secondo luogo, vogliamo testare l'ipotesi che la combinazione di aIAT e rilevazione dei movimenti oculari possa migliorare le prestazioni del solo aIAT nell'identificare il ricordo vero.

A questo scopo, abbiamo svolto un esperimento di simulazione di reato (*mock-crime*), che andrò di seguito a spiegare nel dettaglio.

2.1.1 Partecipanti

Sulla base di un precedente studio (Dhammapeera et al., 2019), abbiamo deciso a priori di reclutare un campione di 120 partecipanti per ottenere un $\text{power} = 0.8$. Per raggiungere tale numerosità, abbiamo reclutato un totale di 137 persone, di cui la maggior parte erano studenti dell'Università di Padova. Dal campione totale sono stati esclusi 17 partecipanti per non aver rispettato le istruzioni date, ottenendo così un campione finale di 120 partecipanti, di età compresa tra 19 e 32 anni ($M = 23,7$; $ds = 2,38$) e scolarità media di 17,17 anni (93 F, 27 M). Nessun incentivo, quale denaro o crediti universitari, è stato erogato per la partecipazione all'esperimento. Il reclutamento è avvenuto presso le strutture dell'Università di Padova, tramite volantinaggio e annunci sui principali social media.

I partecipanti sono stati preventivamente assegnati in modo randomizzato a diverse condizioni sperimentali (*Figura 1*). In particolare, sono stati suddivisi in due macrogruppi: un gruppo di innocenti (INN) e un gruppo di colpevoli (GUI).

Il gruppo dei colpevoli è stato poi suddiviso in sottogruppi in base a due condizioni:

- Livello di gravità del reato:
 - un gruppo *soft crime* (S);
 - un gruppo *hard crime* (H).
- Presenza o meno di un alibi e livello di familiarità dello stesso:
 - un gruppo senza alibi (nA);
 - un gruppo poco familiare con l'alibi, i.e. che doveva ripetere l'alibi 1 volta a settimana (A1);
 - un gruppo molto familiare con l'alibi, i.e. che doveva ripetere l'alibi 5 volte a settimana (A2).

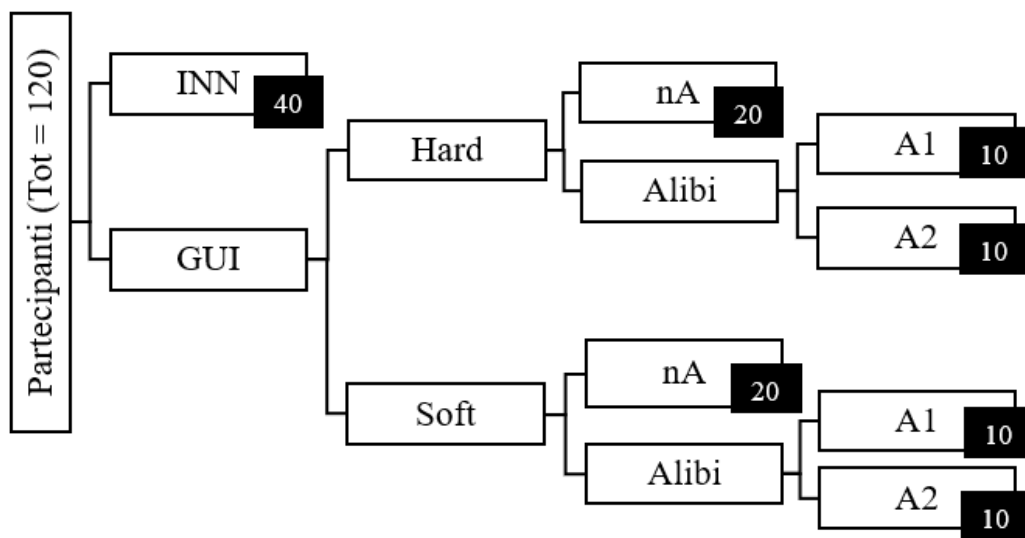


Figura 1. Struttura del campione

La tabella che segue mostra i dati anagrafici del campione divisi per gruppi, in particolare l'età, la scolarità, il genere e il tempo intercorso tra la fase 1 e la fase 3 dell'esperimento.

GRUPPO	ETÀ	SCOLARITÀ (in anni)	GENERE		DISTANZA TRA FASE 1 E 3 (in giorni)
			F	M	
Innocenti	24,25	17,45	36	4	7,12
Colpevoli (nA)	23,88	17,29	27	14	7,05
Colpevoli (A)	22,95	16,74	30	9	7
TOTALE	23,7	17,17	93	27	7,06

Tabella 1. Medie dei partecipanti per gruppo

2.1.2 Materiali e procedura

L'esperimento, della durata totale di circa 40 minuti, è stato condotto presso il Dipartimento di Psicologia Generale (DPG) dell'Università di Padova.

Comprendeva tre fasi:

- Fase 1 – I partecipanti assegnati al gruppo dei colpevoli commettono un *mock crime*, mentre quelli del gruppo innocenti svolgono un'altra azione nello stesso edificio.
- Fase 2 – Durante i sette giorni che intercorrono tra la fase 1 e la fase 3, i gruppi A1 e A2 ripetono l'alibi.
- Fase 3 – Tutti i partecipanti tornano in laboratorio per la somministrazione di un aIAT con la simultanea registrazione dei movimenti oculari.

Più nello specifico, nella fase 1 i partecipanti, dopo aver firmato il consenso informato e letto il modulo informativo, ricevevano una busta da aprire in autonomia appena lo sperimentatore si fosse allontanato. La busta, con su scritto il codice del partecipante, conteneva delle istruzioni specifiche per gruppo (*Appendice 1*), una mappa (*Appendice 2*) e un tesserino per aprire una porta lungo il percorso.

Istruito nel seguire le istruzioni, il partecipante percorreva il percorso tracciato dalla mappa fino alla porta del laboratorio al piano -1 dell'edificio. A questo punto gli innocenti

dovevano scrivere il loro codice su un foglio appeso al muro davanti alla porta. Il foglio era presente unicamente quando gli innocenti passavano dal corridoio in modo tale che i colpevoli non potessero vederlo e possederne quindi un ricordo.

Il gruppo dei colpevoli doveva invece entrare nella stanza; trovava sulla scrivania una foto descritta come unica prova di un reato sessuale, doveva strapparla e poi portarla via. La fotografia, stampata su carta fotografica, raffigurava una molestia sessuale, nella forma *soft*, oppure una violenza sessuale, nella forma *hard*. Nello specifico, nella foto *soft* è raffigurato un contatto fisico indesiderato tra un uomo e una donna, mentre la foto *hard* rappresenta un tentativo di stupro (*Figura 2*). Il contenuto della foto non è sessualmente esplicito: nell'immagine non sono presenti genitali o alcuna nudità.



Figura 2. Fotografie utilizzate raffiguranti una molestia sessuale (sopra) e una violenza sessuale (sotto)

Gli stimoli fotografici sono stati selezionati passando in rassegna una serie di video e film di denuncia sociale come anche materiali utilizzati in articoli già pubblicati. La scelta finale è ricaduta sullo spettacolo teatrale intitolato “Extremities” scritto da William Mastrosimone messo in scena da Teatro Due (Parma, 2009) e diretto da Bruno Armando. I frames sono stati estratti dal video Youtube dello spettacolo⁷ e ritraggono gli attori Alessandro Averone e Paola De Crescenzo⁸.

Una volta strappata la foto, il partecipante doveva uscire dalla stanza del laboratorio e concludere il percorso fino alla porta di uscita. Durante il tragitto incontrava uno sperimentatore a cui riconsegnare il tesserino utilizzato. A coloro che appartenevano al gruppo A1 e A2 veniva consegnato un alibi da ripetere una (A1) o cinque (A2) volte durante la settimana successiva (*Appendice 3*). L'alibi corrispondeva all'azione compiuta dal gruppo degli innocenti, ovvero alla scrittura del codice numerico che gli era stato assegnato su un foglio. Nei giorni indicati ricevevano il seguente messaggio WhatsApp, che ricordava loro di ripetere l'alibi:

“Ciao. Sei pronto? Δ Presto ti interrogano e non devi farti scoprire. Ripetimi il tuo alibi con un vocale.”.

Per inviare il messaggio abbiamo utilizzato una SIM card non associata ai numeri utilizzati per il reclutamento, con l'apparenza di un numero sconosciuto.

Nella fase 3, a una settimana di distanza circa, la persona tornava in laboratorio e svolgeva un aIAT mentre venivano rilevati i movimenti oculari. All'inizio dell'esperimento è sempre stata svolta una calibrazione dell'eye-tracker a 9 punti in condizione di buio. L'illuminazione dello schermo è stata mantenuta costante per tutta la durata dell'esperimento per facilitare la rilevazione della pupilla ed evitare fluttuazioni nel suo diametro (Beatty, 1982).

Prima dell'inizio dell'aIAT è stata proiettata per 10 secondi sullo schermo una foto della stanza di laboratorio in cui si trovavano i partecipanti (*Figura 3*), con il compito di visualizzazione libera poiché volevamo capire se la modalità di visualizzazione di un

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=WzplxoeR7Zs>

⁸ Materiale riprodotto con l'autorizzazione degli autori

ambiente familiare fosse diversa da quella di un ambiente sconosciuto: i colpevoli, infatti, erano già entrati nella stanza, mentre gli innocenti non ne avevano mai fatto esperienza. Questo aspetto non sarà però oggetto della presente tesi.



Figura 3. Fotografia del laboratorio

2.1.3 Struttura dell'aIAT

Come già precedentemente trattato, l'*autobiographical Implicit Association Test* (Sartori et al., 2008) consiste in un compito di categorizzazione semplice o doppia di frasi, in cui vengono registrati i tempi di risposta allo scopo di capire quale tra due versioni alternative di un evento sia quella immagazzinata nella memoria della persona. Se infatti due elementi associati nella mente del soggetto, quale un ricordo autobiografico e il concetto di vero, condividono la stessa risposta motoria i tempi di reazione sono inferiori rispetto a quando invece non sono associati tra di loro.

L'aIAT utilizzato nel presente esperimento è stato costruito alla luce delle evidenze raccolte nella review di Agosta and Sartori (2013).

Le frasi da noi selezionate hanno lunghezze per lo più omogenee in modo tale da bilanciare i loro tempi di lettura.

Esse possono essere distinte in:

- frasi oggettivamente vere (ad es., “sono di fronte al computer”) oppure frasi oggettivamente false (ad es., “sono a pranzo in un ristorante”);
- frasi che si riferiscono all’azione compiuta dagli innocenti (ad es., “ho scritto il mio codice su un foglio”) oppure all’azione compiuta dai colpevoli (“ho strappato la foto del reato”).

Il test è composto da cinque blocchi, tre semplici (1, 2 e 4) e due a categorizzazione doppia (3 e 5). In ogni blocco la frase appare al centro dello schermo del computer e in basso a destra e a sinistra vi sono due etichette che indicano le categorie (*Figura 4*). Il compito richiesto ai partecipanti è quello di classificare ogni frase il più velocemente e con il minor numero di errori possibile, usando due diversi tasti di risposta, il tasto A per l’etichetta di sinistra e il tasto L per quella di destra.

Nel Blocco 1 vengono presentate in modo randomizzato solo frasi che descrivono fatti veri o falsi per il rispondente e che ricadono nelle categorie “Vero” o “Falso”.

Nel secondo blocco invece appaiono frasi che si riferiscono all’azione compiuta la settimana precedente e che rientrano quindi nelle categorie “Codice” o “Fotografia”.

Nel Blocco 3 i partecipanti devono categorizzare sia frasi vere o false sia frasi inerenti all’atto innocente o a quello colpevole. Nei blocchi doppi le etichette e i tasti da premere sono sempre due, ma per ogni etichetta vi sono due categorie da classificare (ad es., “Vero/Codice” e “Falso/Fotografia”). Vengono classificate con lo stesso tasto le frasi vere e le frasi relative a una versione dell’evento autobiografico, mentre con l’altro tasto quelle false e relative all’altro evento.

Il Blocco 4 è simile al secondo ma vengono invertite le etichette. Si tratta sempre di frasi riferite all’azione innocente oppure a quella colpevole ma i tasti associati sono invertiti rispetto al Blocco 2.

Il Blocco 5 infine ha la stessa struttura del Blocco 3 ma vengono associate due categorie differenti: ad es., se nel Blocco 3 l’etichetta è “Vero/Codice”, nel quinto blocco sarà “Vero/Fotografia”.

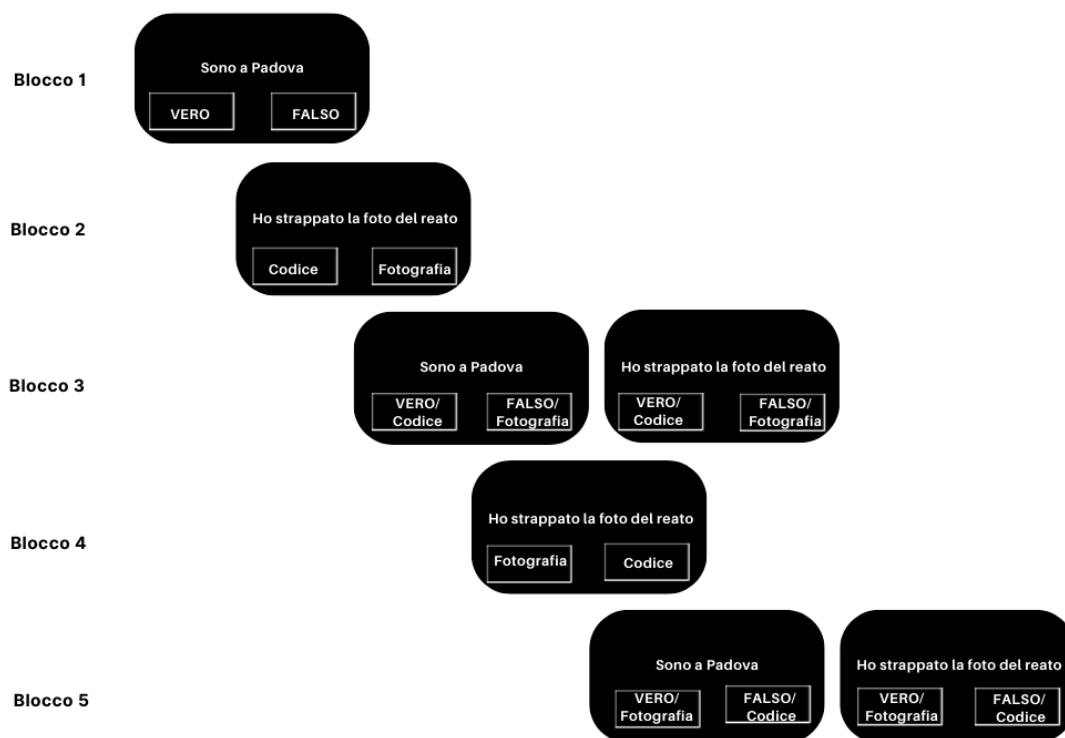


Figura 4. Struttura dell'aIAT (Versione A)

Allo scopo di evitare bias nei risultati dovuti a una maggiore difficoltà cognitiva relativa alla classificazione dell'ultimo blocco, sono state realizzate due versioni dello stesso esperimento (A e B) in modo da bilanciare l'ordine di presentazione delle categorie.

Per quello che concerne la versione A, nel secondo blocco il tasto A è associato alla categoria "Codice", mentre il tasto L a "Fotografia" – l'opposto avviene nel Blocco 4. Nel Blocco 3 quindi il partecipante classifica con il tasto A le frasi che rientrano nelle categorie "Vero/Codice" e con il tasto L quelle delle categorie "Falso/Fotografia". Nell'ultimo blocco invece il tasto A è utilizzato per classificare le frasi vere e quelle inerenti all'azione compiuta dai colpevoli, mentre il tasto L per le frasi false e quelle relative all'atto innocente.

La versione B è l'inverso della versione A. Nel Blocco 2 il tasto A viene utilizzato per classificare le frasi nella categoria "Fotografia" e il tasto L per le frasi della categoria "Codice" e il contrario avviene nel Blocco 4. Nel terzo blocco invece le categorie

“Vero/Fotografia” sono associate al tasto A e le categorie “Falso/Codice” al tasto L. Infine, nel Blocco 5 i partecipanti classificano le frasi vere e quelle riferite all’atto innocente con lo stesso tasto (A) e le frasi false e quelle riferite all’atto colpevole con l’altro tasto (L).

La logica sottostante all’aIAT è che nei blocchi incongruenti, ovvero quando la dimensione logica di vero è associata all’evento non presente nella mente del soggetto (ad es., per i colpevoli “Vero/Codice”), i tempi di risposta sono più lunghi. Si accorciano invece quando la dimensione di vero è associata al reale evento autobiografico.

2.1.4 Registrazione dei movimenti oculari

L’eye-tracker utilizzato per la registrazione dei movimenti oculari è il Tobii Spectrum Pro 600. Si tratta di un sistema non invasivo di tracciamento dei movimenti oculari che utilizza una telecamera e un’emittente di luce infrarosso, innocua e invisibile all’occhio umano. La telecamera non registra informazioni riguardanti la persona, quali video del volto, ma è in grado di rilevare esclusivamente le coordinate dell’occhio nello spazio e la dimensione della pupilla, espresse in unità di misura. Al fine di ottenere una buona registrazione dei movimenti oculari, è stato predisposto l’utilizzo di un “poggia-testa”, costituito da un sostegno per il mento e per la fronte, che aiuta a stabilizzare la testa. Abbiamo inoltre chiesto al partecipante di assumere una posizione comoda e di evitare eccessivi movimenti sia del corpo che della testa.

L’eye-tracker Tobii Spectrum Pro 600 ha una frequenza di campionamento di 600Hz. Con frequenza di campionamento si intende il numero di campionamenti dello sguardo al secondo, ovvero il numero di volte al secondo in cui l’eye-tracker registra l’ampiezza e la posizione della pupilla (Andersson et al., 2010). Maggiore è la frequenza di campionamento, minore è il tasso di errore e distorsione dei dati.

Al fine di estrarre i dati delle fissazioni dalla registrazione effettuata è stato utilizzato l’algoritmo sviluppato da Engbert and Kliegl (2003). Infatti, quando fissiamo una scena stazionaria, produciamo involontariamente dei micromovimenti, quali tremori, deviazioni e microsaccadi, che ci servono a compensare l’adattamento della retina. Essi vengono considerati fenomeni oculomotori che generano rumore nei dati (Engbert & Kliegl, 2003). I parametri principali estratti sono legati alle fissazioni (es. localizzazione

e durata) e alle saccadi (es. lunghezza). Ai fini del presente studio non verranno analizzate le microsaccadi.

2.2 Analisi dei dati

Dal punto di vista operativo, gli obiettivi del nostro lavoro sono i seguenti:

1. verificare se familiarizzare con un alibi ha un impatto sulla performance dell'aIAT e sulla sua accuratezza nella discriminazione tra innocenti e colpevoli;
2. studiare se livelli diversi di familiarità con un alibi hanno un differente impatto sull'aIAT;
3. verificare se la gravità del reato influenza le prestazioni dell'aIAT;
4. testare se un modello che combina i tempi di reazione dell'aIAT e i movimenti oculari ha un'accuratezza maggiore rispetto al solo aIAT.

L'ipotesi è che diversi gradi di familiarizzazione con un alibi abbiano un diverso impatto sulla performance dell'aIAT, ma che un modello combinato con aIAT e movimenti oculari sia più accurato nell'individuare chi possiede il ricordo colpevole rispetto al solo aIAT.

Il terzo quesito non sarà oggetto di indagine della presente tesi, in quanto in un precedente lavoro di tesi estrapolato dallo stesso progetto non è emersa alcuna differenza significativa tra condizione *soft* e *hard* nella performance all'aIAT.

Al fine di testare le ipotesi 1, 2 e 4, sono stati presi in considerazione due tipi di dati, quelli comportamentali e quelli oculari relativi ai blocchi 3 e 5 dell'aIAT. I dati sono connessi all'appartenenza al gruppo, in particolare distinti tra Innocenti e Colpevoli e sulla base delle ripetizioni dell'alibi (nessuna, una o cinque).

L'analisi dei dati è stata eseguita con il software R⁹ (R Core Team, 2019).

⁹ <https://www.r-project.org/>

2.2.1 Tempi di reazione e D-aIAT

Per quanto riguarda i dati comportamentali, per ogni soggetto sono stati registrati i tempi di reazione (TR) e la correttezza o meno nella risposta.

I TR, convertiti in millisecondi, sono stati primariamente ripuliti dei dati non validi. Come suggerito da Sartori et al. (2008), sono stati esclusi tutti i TR inferiori ai 150ms e quelli superiori ai 10.000ms: il primo caso corrisponde a una pressione casuale del tasto poiché non è possibile il processamento dell'informazione in tempi così brevi; nel secondo caso la persona ha avuto molto tempo per pensare e dare una risposta ragionata, che non costituisce più un tempo di reazione.

Per ogni errore è stata assegnata una penalità: ogni risposta errata è stata sostituita dalla media dei TR delle risposte corrette del blocco a cui vengono sommati 600ms. I dati così corretti vengono utilizzati per calcolare per ogni partecipante l'indice D-aIAT o D-600 (Greenwald et al., 2003). Si tratta della differenza tra la media corretta dei tempi di reazione del blocco incongruente e la media corretta dei TR del blocco congruente, divisa per la deviazione standard combinata dei due blocchi.

$$D - aIAT = \frac{M (TR Incong) - M (TR Cong)}{sd (Incong Cong)}$$

Con congruente si fa qui riferimento al blocco in cui le categorie Vero e Codice sono associate tra di loro, mentre il blocco incongruente ai fini delle analisi è quello in cui Vero è associato a Fotografia.

Risultano valori positivi o negativi a seconda del blocco in cui il soggetto ha sperimentato maggiore difficoltà nel rispondere in maniera veloce. Se la persona ha ottenuto TR più lunghi nel blocco incongruente, si ottengono valori positivi, che permettono di classificare i partecipanti come innocenti. Tempi di reazione più lunghi nel blocco congruente danno valori negativi, associati a colpevolezza. L'indice D-aIAT permette quindi di classificare innocenti e colpevoli a livello del singolo partecipante.

Per esaminare le differenze dei TR a livello di gruppo, sono stati utilizzati i modelli a effetti misti. Si tratta di una classe di modelli statistici che permette di tener conto delle caratteristiche intrinseche del singolo soggetto, analizzando i TR di ogni item invece che la media dei TR per ogni soggetto. Consente di considerare le differenze interindividuali

del gruppo in matrici complesse di dati e valutare sia i fattori fissi che i fattori random. Con fattore random si fa riferimento a ciò che concerne il soggetto e che viene considerato rumore nei dati. Per fattori fissi si intendono i predittori del modello, ovvero le variabili di interesse. Nel nostro caso le variabili indipendenti sono il tipo di blocco, il gruppo di appartenenza e l'interazione tra i due, mentre la variabile dipendente è costituita dai tempi di reazione.

Abbiamo poi eseguito un'ANOVA per confrontare il D-aIAT tra i gruppi, proseguendo con vari t-test tra coppie di gruppi. Inoltre è stato utilizzato un ulteriore t-test per confrontare il D-aIAT dei gruppi di colpevoli con livelli diversi di familiarità con l'alibi (A1 e A2).

In seguito abbiamo svolto un'analisi ROC per valutare l'accuratezza del D-aIAT nel discriminare innocenti e colpevoli. L'analisi ROC (Receiver Operating Characteristic) permette di valutare la percentuale di errore di un test diagnostico con classificazione binaria, tenendo in considerazione la sensibilità e la specificità del test.

2.2.2 Movimenti oculari

Le stesse analisi vengono proposte anche con i movimenti oculari, prendendo in considerazione diverse variabili derivate da:

- fissazioni;
- saccadi;
- dilatazione pupillare.

Per pulire i dati raccolti, abbiamo eliminato i movimenti oculari con coordinate al di fuori dello schermo, che aveva dimensioni 1440*900 pixel.

Abbiamo creato post-hoc delle AOI (*Area of Interest*) in corrispondenza delle etichette con le categorie delle frasi (ad esempio, "Vero/Codice"). Abbiamo poi classificato ogni fissazione come interna o esterna alle AOI, senza fare distinzione tra quella a destra e quella a sinistra dello schermo.

Abbiamo quindi svolto un'ANOVA sulla proporzione di fissazioni all'interno delle AOI, usando come predittori Gruppo, Blocco e l'interazione tra i due. Sono stati utilizzati poi

una serie di t-test per confrontare la proporzione di fissazioni delle AOI nel blocco congruente e in quello incongruente per ciascun gruppo.

Per valutare l'effetto compatibilità proprio dell'aIAT anche tramite i movimenti oculari abbiamo creato un indice, D-eye, corrispettivo del D-aIAT. Esso consiste nella differenza tra proporzione di fissazioni delle AOI nel blocco incompatibile e proporzione di fissazioni all'interno delle AOI nel blocco compatibile, divisa per la deviazione standard combinata delle due.

$$D\text{-eye} = \frac{\text{proporzione di fissazioni nelle AOI (Incong)} - \text{proporzione di fissazioni nelle AOI (Cong)}}{\text{sd (Incong Cong)}}$$

Il D-eye rappresenta la tendenza della persona nel porre attenzione alle etichette delle categorie in relazione al livello di difficoltà elicitato dai blocchi critici dell'aIAT.

Abbiamo prima calcolato la correlazione con il D-aIAT e poi eseguito sul D-eye le stesse analisi impiegate per il D-aIAT, iniziando da un'ANOVA per Gruppo e successivi t-test tra coppie di gruppi.

Per valutare l'accuratezza di tale indice nel classificare innocenti e colpevoli, abbiamo eseguito un'analisi ROC.

2.2.3 Movimenti oculari e tempi di reazione

Per confrontare la classificazione basata sui tempi di reazione (D-aIAT) con quella basata sui movimenti oculari (D-eye), abbiamo individuato i partecipanti inseriti nella giusta categoria dall'uno e dall'altro indice.

Un modello di regressione logistica è stato infine utilizzato per valutare l'utilità incrementale del modello basato sull'eye-tracking e sull'aIAT rispetto al modello basato solo sull'indice D-aIAT. Il modello con aIAT e movimenti oculari racchiude al suo interno come predittori:

- il D-aIAT,
- il D-eye,

- la differenza tra le saccadi eseguite tra le etichette (tra le AOI) nel blocco congruente e quelle compiute nel blocco incongruente,
- la differenza tra dilatazione pupillare nel blocco congruente e quella nel blocco incongruente,
- la differenza tra la durata delle fissazioni nel blocco congruente e quella nel blocco incongruente.

CAPITOLO 3 – RISULTATI

3.1 Risultati dei dati comportamentali

Per testare quale variabile spieghi maggiormente i tempi di reazione nell'aIAT abbiamo fatto un confronto tra quattro modelli a effetti misti nested. Il modello nullo o M0 contiene solo gli effetti random; nel Modello 1 (M1) viene inserito il Blocco (“Vero/Codice” o “Vero/Fotografia”); nel Modello 2 (M2) è stato aggiunto il contributo del Gruppo di appartenenza e infine, nel Modello 3 (M3) viene inserita l’interazione tra Blocco e Gruppo. I modelli sono stati confrontati tra loro tramite il Likelihood Ratio Test (LRT) e l’utilizzo di due indici di bontà di adattamento alla matrice dei dati, l’Akaike Information Criterion (AIC; Akaike, 1987) e il Bayesian Information Criterion (BIC; Schwarz, 1978). Il modello migliore è quello che minimizza AIC e BIC.

Modello	Predittori	AIC	BIC	χ^2	Df	p-value
M0	Fattori random	28727	28749	-	-	-
M1	Blocco	28728	28759	.198	1	.656
M2	Blocco + Gruppo	28732	28777	.59	2	.742
M3	Blocco + Gruppo + Blocco*Gruppo	28017	28078	718.95	2	<.001*

Tabella 2. Confronto tra modelli tramite LRT

Il test LRT ha mostrato che M3 è il modello migliore per spiegare i nostri dati. L’interazione tra Blocco e Gruppo ha migliorato significativamente la verosimiglianza del modello rispetto ai dati.

Predittori	χ^2	Df	p-value
Blocco	.054	1	.816
Gruppo	.769	2	.681
Blocco*Gruppo	725.59	2	<.001 *

Tabella 3. Predittori del Modello 3

Andando a esplorare più nel dettaglio il Modello 3 risulta infatti significativa solo l'interazione tra Blocco e Gruppo, che è il fattore che spiega maggiormente i TR.

Successivamente abbiamo svolto dei confronti post-hoc per descrivere l'interazione tra Blocco e Gruppo e abbiamo trovato che:

- nel Blocco “Vero/Codice” ci sono delle differenze significative tra Innocenti e Colpevoli senza Alibi ($z=3.38$, $p=.002$) dopo aver applicato la correzione di Bonferroni per confronti multipli. Non sono emerse differenze significative tra i Colpevoli con vs. senza alibi, mentre vi era una tendenza tra Innocenti e Colpevoli con Alibi ($z=2.19$, $p=.08$).
- nel Blocco “Vero/Fotografia” vi sono differenze significative tra Innocenti e Colpevoli sia con Alibi ($z=-2.87$, $p=.012$) che senza Alibi ($z=-2.65$, $p=.023$).

Confrontando invece i due blocchi all'interno dei gruppi, abbiamo trovato una differenza significativa tra i blocchi in tutti i gruppi (Innocenti: $z=22.23$, $p<.001$; Colpevoli (A): $z=-7.14$, $p<.001$; Colpevoli (nA): $z=-13.44$, $p<.001$) – vedi *Figura 5*.

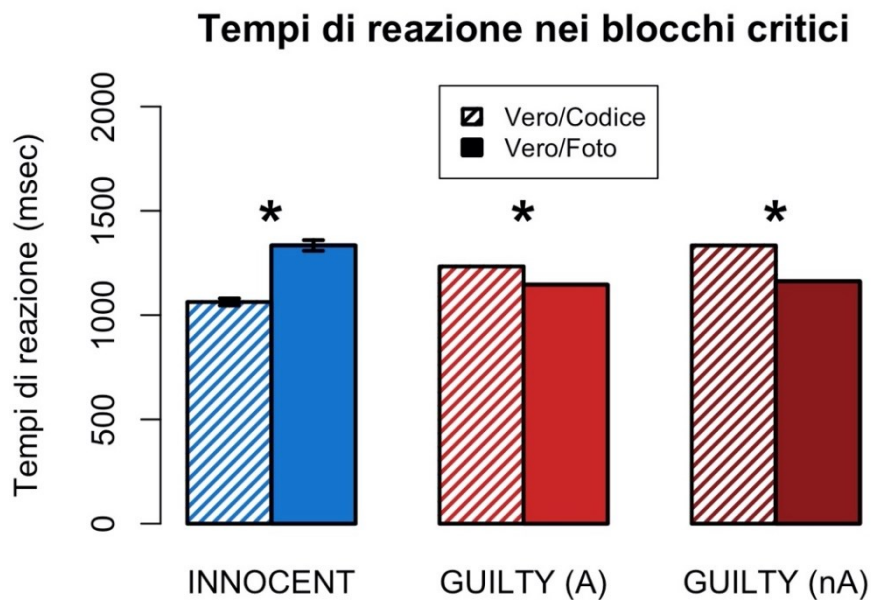


Figura 5. Differenza tra i due blocchi critici all'interno dei gruppi

L'effetto compatibilità che emerge da tali analisi viene confermato anche utilizzando un'ANOVA per confrontare il D-aIAT, indice calcolato individualmente, tra i gruppi – vedi *Figura 6*. L'effetto del gruppo è risultato significativo: $F(2,117) = 43.65, p < .001$.

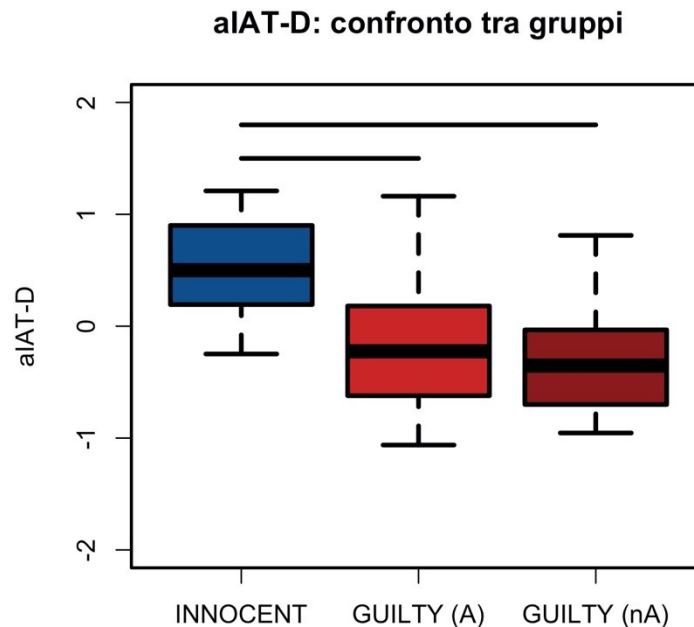


Figura 6. Differenze del D-aIAT tra i gruppi

Vi è una differenza significativa tra Innocenti e Colpevoli, sia con Alibi ($t[71.31]=7.08, p < .001$) che senza ($t[78.95]=9.51, p < .001$), mentre non abbiamo trovato differenze tra Colpevoli con Alibi vs. senza Alibi. È importante notare che nei Colpevoli con Alibi vi è un'attenuazione dell'effetto rispetto ai Colpevoli senza Alibi (D-aIAT più vicino a 0), ma non si è verificato un ribaltamento.

Non abbiamo trovato una differenza significativa tra i gruppi A1 e A2, ovvero i gruppi di colpevoli che dovevano ripetere l'alibi con frequenze diverse ($p=.26$).

In seguito abbiamo svolto un'analisi ROC per valutare l'accuratezza dell'indice D-aIAT nel classificare innocenti e colpevoli.

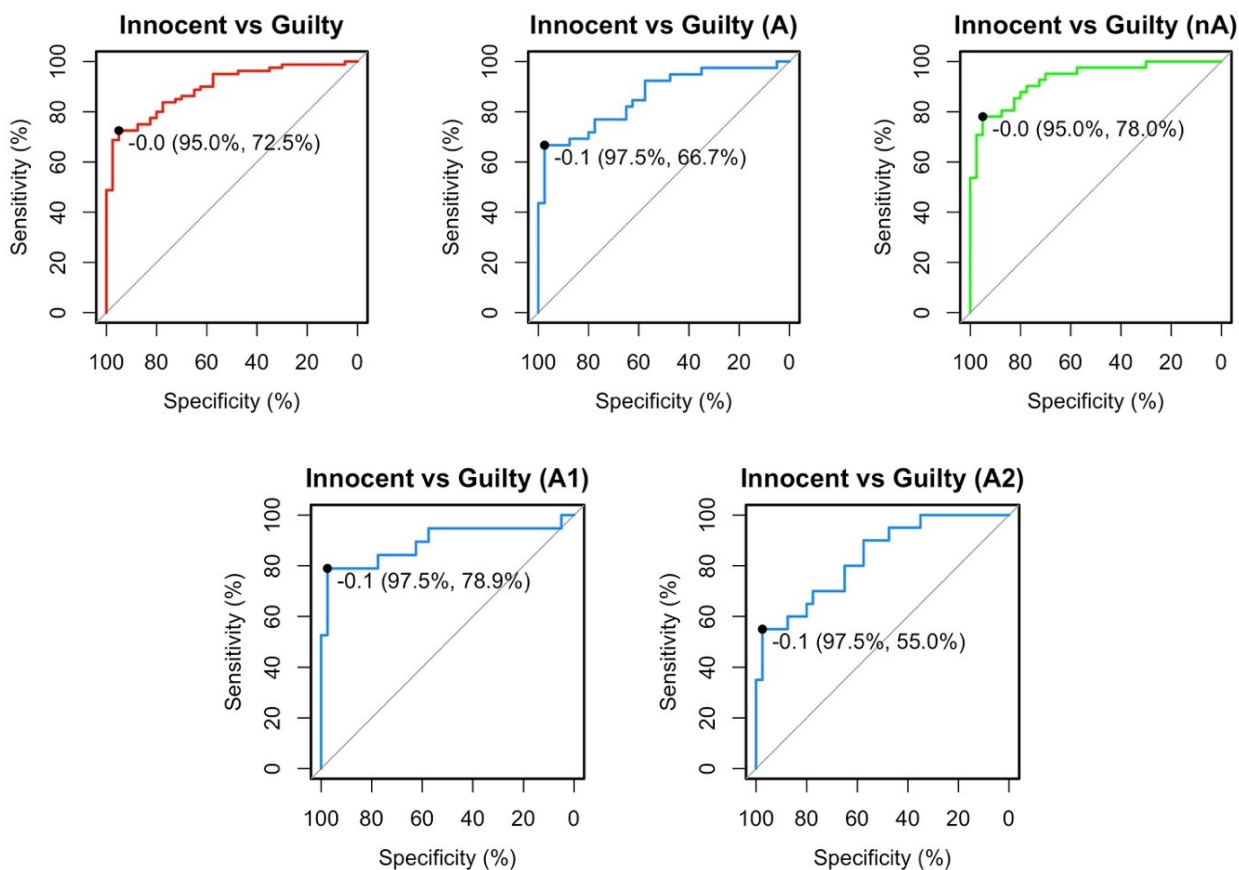


Figura 7. Accuratezza di classificazione del D-aIAT tramite analisi ROC

Di seguito riporto ciò che è emerso:

- Colpevoli (N=80) vs Innocenti (N=40): AUC=89.5% [95% C.I. 84.01%-94.99%], sensibilità del 72.5% e specificità del 95%;
- Colpevoli con Alibi (N=40) vs Innocenti (N=40): AUC=85.96% [95% C.I. 77.73%-94.19%], sensibilità del 66.7% e specificità del 97.5%;
- Colpevoli senza Alibi (N=40) vs Innocenti (N=40): AUC=92.87% [95% C.I. 87.51%-98.22%], sensibilità del 78% e specificità del 95%.

La presenza dell'alibi riduce di circa il 7% l'accuratezza complessiva di classificazione dell'aIAT (AUC). In particolare, la sensibilità passa da 78% a 66.7%.

Per analizzare l'effetto di diversi livelli di ripetizione dell'alibi sull'accuratezza discriminativa abbiamo utilizzato un'analisi ROC per i due gruppi A1 e A2:

- Colpevoli A1 (N=20) vs Innocenti (N=40): AUC= 88.95 [95% C.I. 77.75%-100%], sensibilità del 78.9% e specificità del 97.5%;
- Colpevoli A2 (N=20) vs Innocenti (N=40): AUC= 83.12% [95% C.I. 72.27%-93.98%], sensibilità del 55% e specificità del 97.5%.

Maggiormente impattata dalla plurima ripetizione dell'alibi è la sensibilità del test che scende di 23.9 punti percentuali, indicando quindi che maggiore è la ripetizione dell'alibi, maggiore è il numero di colpevoli che viene classificato come innocente.

3.2 Risultati dei movimenti oculari

Per quanto riguarda i movimenti oculari, in primo luogo è stata eseguita un'ANOVA sulla proporzione di fissazioni all'interno delle AOI. Come predittori sono stati inseriti il Gruppo, il Blocco e l'interazione Blocco*Gruppo. Solo quest'ultima si è dimostrata significativa: $F(2,117)= 17.55, p<.001$.

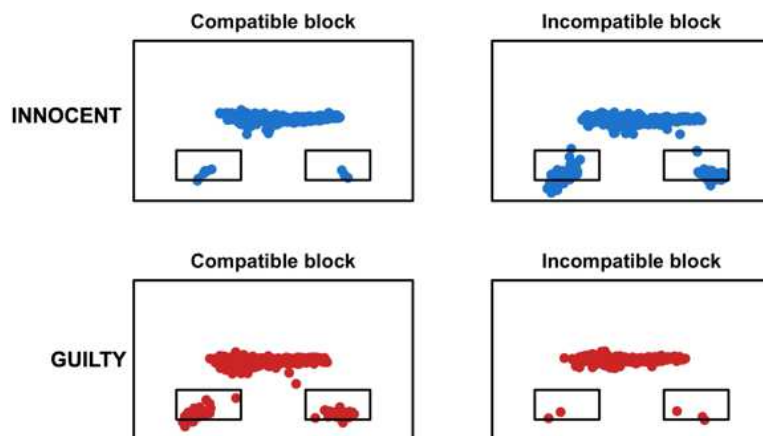


Figura 8.a. Esempificazione grafica dell'effetto congruenza in termini di fissazioni a livello individuale

Con successivi t-test sono emerse differenze di proporzioni di fissazioni nelle AOI tra blocco congruente e incongruente nei gruppi degli Innocenti ($t(39)=-3.97, p<.001$) e dei Colpevoli senza Alibi ($t(40)=4.19, p>.001$), mentre ciò non avviene nel gruppo dei Colpevoli con Alibi ($t(38)=1.72, p=0.09$) – vedi *Figura 8b*.

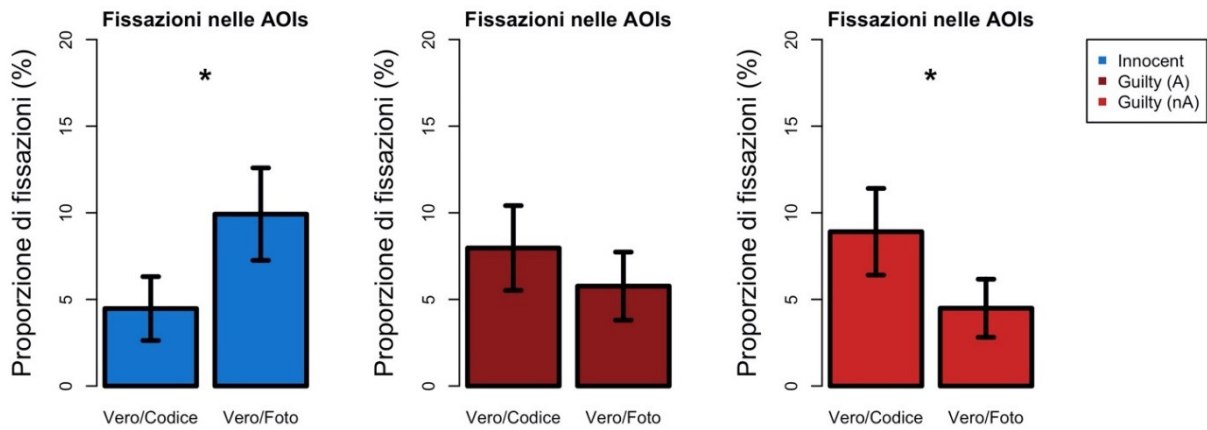
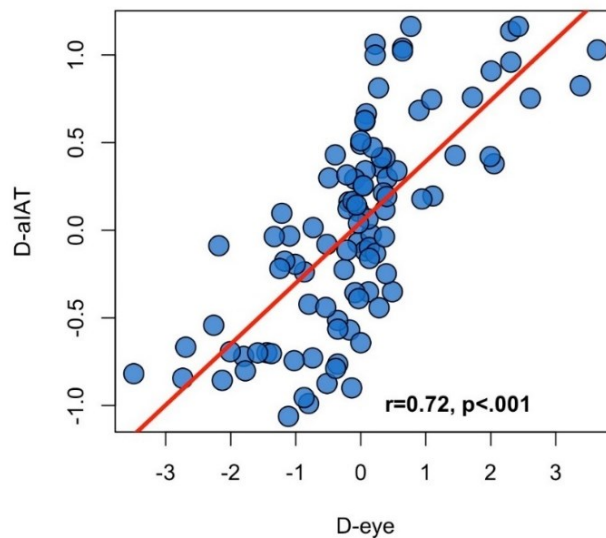


Figura 8.b. Differenze di fissazioni tra blocco compatibile e incompatibile per gruppi

Dato che emerge un effetto compatibilità del gruppo con il blocco anche con i movimenti oculari, abbiamo calcolato un indice comparabile al D-aIAT, il D-eye. Abbiamo studiato la relazione tra i due indici, che si sono rivelati fortemente correlati tra di loro ($r=.72$, $p<.001$) – vedi *Figura 9*.

Figura 9. Correlazione tra D-aIAT e D-eye



L'ANOVA svolta sul D-eye ha mostrato un effetto significativo del gruppo: $F(2,117)=17.55$, $p<.001$. I t-test tra gruppi hanno rilevato una differenza significativa tra Innocenti e Colpevoli con Alibi ($t(76.74)=4.07$, $p<.001$) e tra Innocenti e Colpevoli senza Alibi ($t(73.49)=5.70$, $p<.001$). Al contrario, tra Colpevoli con Alibi e Colpevoli senza Alibi non

vi è una differenza significativa ($t(74.43)=1.34$, $p=.18$), così come tra i due gruppi di Colpevoli con Alibi (A1 e A2) ($t(36.37)=-.41$, $p=.68$).

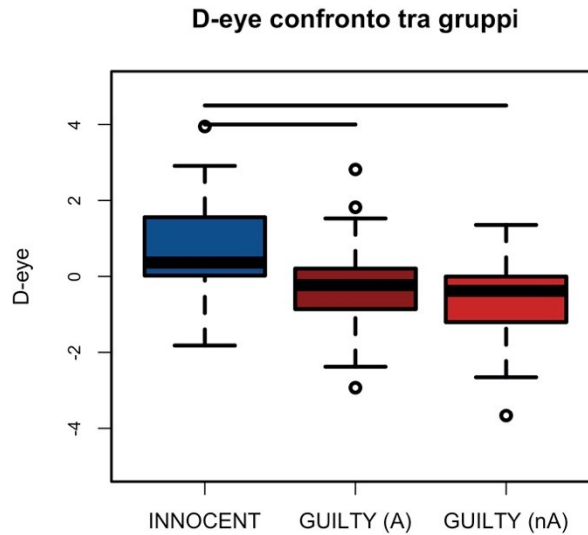


Figura 10. Differenza del D-eye tra gruppi

In merito alla capacità discriminativa dell'indice D-eye tra innocenti e colpevoli, riporto i risultati dell'analisi ROC:

- Colpevoli (N=80) vs Innocenti (N=40): AUC=80.08% [95% C.I. 71.8%-88.36%], sensibilità del 67.5% e specificità dell'82.5%;
- Colpevoli con Alibi (N=40) vs Innocenti (N=40): AUC=76.12% [95% C.I. 65.51%-86.73%], sensibilità del 61.5% e specificità del 82.5%;
- Colpevoli senza Alibi (N=40) vs Innocenti (N=40): AUC=83.84% [95% C.I. 75.16%-92.52%], sensibilità del 70.7% e specificità del 87.5%;
- Colpevoli con Alibi (A1) (N=20) vs Innocenti (N=40): AUC=79.54% [95% C.I. 66.77%-92.31%], sensibilità del 63.2% e specificità del 90%;
- Colpevoli con Alibi (A2) (N=20) vs Innocenti (N=40): AUC=72.88% [95% C.I. 58.86%-86.89%], sensibilità del 55% e specificità del 82.5%.

Ciò che si può immediatamente notare è che l'accuratezza del D-eye è inferiore rispetto a quella ottenuta tramite D-aIAT. La presenza dell'alibi ha ridotto l'accuratezza del 7.5% circa.

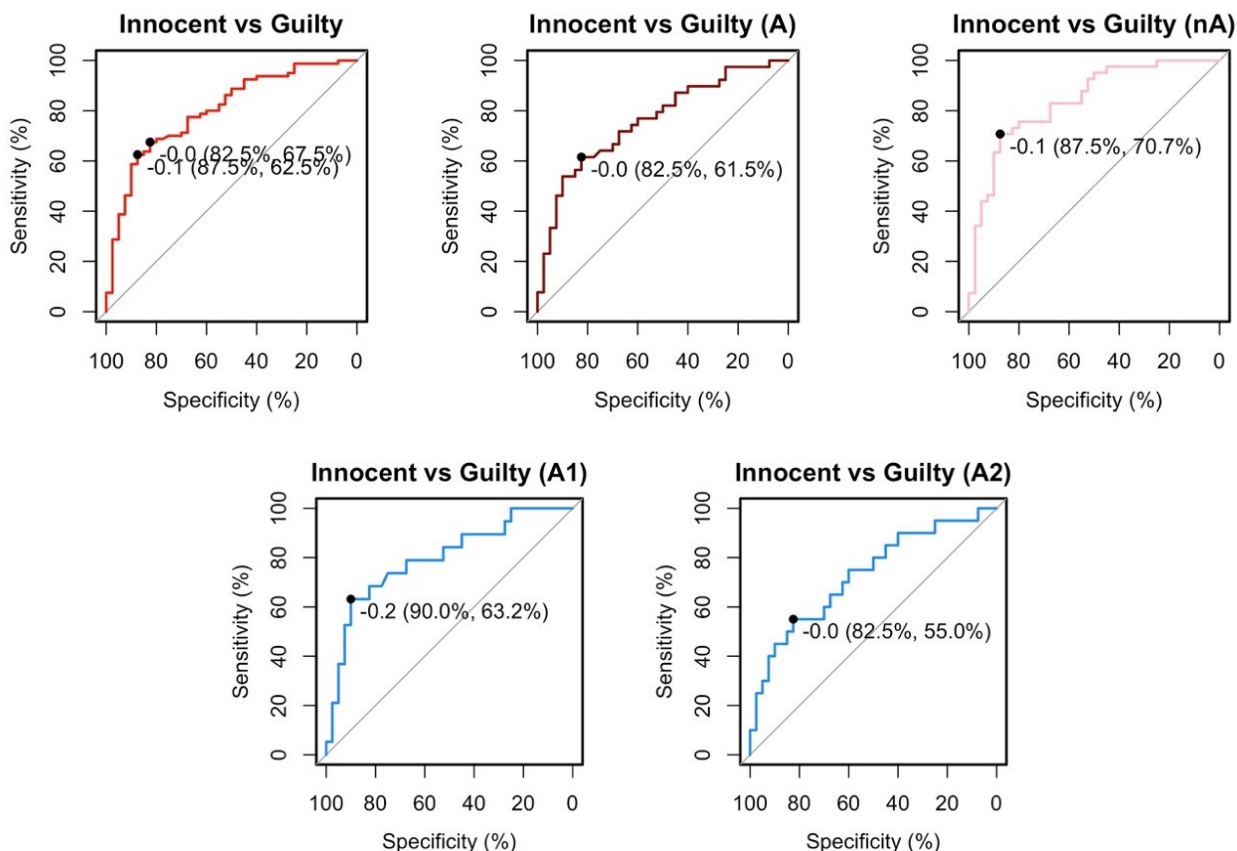


Figura 11. Accuratezza di classificazione del D-eye tramite analisi ROC

La tabella che segue (Tabella 4) mostra la classificazione basata sui tempi di reazione a confronto con quella basata sui movimenti oculari. In particolare vengono mostrati il numero di partecipanti correttamente classificati dai due indici, quelli classificati erroneamente dal D-aIAT ma non dal D-eye e viceversa e quelli classificati in modo erroneo da entrambi.

		<i>IDENTIFICATI</i>		<i>NON IDENTIFICATI</i>		<i>TOTALI</i>
		<i>D-aIAT</i>	<i>D-eye</i>	<i>da D-aIAT ma non da D-eye</i>	<i>da D-eye ma non da D-aIAT</i>	
<i>COLPEVOLI</i>	<i>A</i>	26	25	4	5	40
	<i>nA</i>	32	31	3	4	40
	<i>TOTALI</i>	58	56	7	9	80
<i>INNOCENTI</i>		38	30	2	10	40

Tabella 4. Correttezza della classificazione tramite D-aIAT e D-eye

3.3 Combinazione tra tempi di reazione e movimenti oculari

Per rispondere all'ultimo quesito abbiamo utilizzato un modello di regressione logistica e testato la predittività delle etichette Colpevole e Innocente usando gli indici basati sui tempi di reazione dell'aIAT e sui movimenti oculari. La classificazione è stata validata in una *leave-one-out cross-validation*. Sono stati confrontati due modelli: il modello aIAT e il modello aIAT + movimenti oculari. Il primo ha come unico predittore il D-aIAT, mentre il secondo aggiunge anche il contributo del D-eye, della differenza tra blocchi in termini di numero di saccadi eseguite tra le due AOI, dilatazione pupillare e durata delle fissazioni.

Il modello combinato tra aIAT e movimenti oculari ha un'accuratezza (85%) maggiore del 5% rispetto al modello unicamente basato su aIAT (80%), con meno falsi positivi (innocenti classificati come colpevoli) e falsi negativi (colpevoli classificati come innocenti). I colpevoli vengono identificati dai modelli con l'88% (aIAT) e il 90% (aIAT + movimenti oculari) di accuratezza, mentre gli innocenti vengono classificati al 62.5% nel modello con solo aIAT e al 75% nel modello combinato. La combinazione tra i due indici si rivela quindi una soluzione migliore rispetto ai soli dati basati su aIAT per classificare innocenti e colpevoli, indipendentemente dalla presenza o meno dell'alibi.

MODELLI		aIAT		aIAT + Movimenti oculari	
		PREDIZIONE		PREDIZIONE	
		Colpevole	Innocente	Colpevole	Innocente
REALE	Colpevole	71	9	72	8
	Innocente	15	25	10	30
ACCURATEZZA		80%		85%	

Tabella 5. I due modelli a confronto

CAPITOLO 4 - DISCUSSIONE

Con il nostro esperimento ci siamo proposti di verificare se la familiarizzazione e la ripetizione di un falso alibi potessero impattare sull'*autobiographical Implicit Association Test* (aIAT) in modo tale da ridurre l'accuratezza e se il potere discriminativo del test tra innocenti e colpevoli potesse essere incrementato con l'aggiunta di una nuova misura, ovvero con la rilevazione dei movimenti oculari.

Inizialmente abbiamo analizzato i dati comportamentali. In linea con le attese, è l'interazione tra Blocco e Gruppo a spiegare in modo migliore i tempi di reazione dei partecipanti. In altre parole, non è l'effetto principale del blocco o del gruppo a influenzare direttamente i tempi di reazione, ma la loro interazione. L'aIAT, infatti, non ha in teoria blocchi più difficili rispetto ad altri: richiede una classificazione oggettiva delle frasi. La difficoltà che le persone incontrano, e quindi l'allungamento dei tempi di reazione in un blocco critico rispetto all'altro, sono dati dal gruppo di appartenenza e più in generale dalle associazioni mentali della persona. In tutti i gruppi (Innocenti, Colpevoli con Alibi e Colpevoli senza Alibi) è stata riscontrata una differenza significativa tra i tempi di reazione dei due blocchi critici. Ciò è il risultato dell'effetto compatibilità proprio dell'aIAT: il test genera un conflitto di risposta e aumenta il carico cognitivo nel blocco in cui la categoria "Vero" è associata all'evento non realmente accaduto.

L'alibi non impatta in maniera decisiva sull'aIAT. Possiamo notare un'attenuazione della differenza dei tempi di reazione tra blocco incongruente e congruente, ma la direzione dell'effetto dell'aIAT non cambia. I Colpevoli con Alibi presentano, allo stesso modo di quelli senza alibi, tempi di reazione più lunghi nel blocco in cui il concetto di vero è associato all'azione di scrittura del codice, ovvero all'azione compiuta dagli innocenti. Tale effetto si mantiene con entrambi i livelli di ripetizione di esso. Non ci sono infatti differenze significative tra i due. L'aver familiarizzato con un alibi non ha cambiato i processi associativi nella mente della persona. Classificare le frasi dell'aIAT quando Vero è associato all'azione non compiuta comporta indipendentemente dall'alibi un carico cognitivo maggiore.

Con i t-test tra gruppi non abbiamo riscontrato differenze tra gli indici D-aIAT dei Colpevoli con Alibi e quelli dei Colpevoli senza Alibi, mentre vi è una differenza significativa tra Innocenti e Colpevoli con e senza Alibi.

Sebbene a livello di gruppo i tempi di reazione e gli indici D-aIAT non siano distinguibili tra i due gruppi dei colpevoli, l'impatto dell'alibi si può riscontrare nel livello di accuratezza del test. Nel discriminare innocenti e colpevoli complessivamente il test ha un'alta accuratezza dell'89,5%. Considerando solamente i gruppi di Colpevoli senza Alibi e di Innocenti l'accuratezza sale al 92,87%, in linea con quanto rilevato precedentemente sull'aIAT (Agosta & Sartori, 2013). Se si confrontano invece i colpevoli che hanno ripetuto l'alibi con gli innocenti, la classificazione è accurata nell'85,96% dei casi. La ripetizione dell'alibi riduce di circa il 7% l'accuratezza di classificazione dell'aIAT. Il valore maggiormente influenzato dall'alibi è la sensibilità: mentre la sua capacità di individuare gli innocenti rimane molto elevata (specificità = 97,5%), l'accuratezza nel riconoscere i colpevoli scende al 66,7%. Aumenta quindi la fetta di colpevoli che viene classificata erroneamente come innocente.

Andando a vedere le differenze tra i due livelli di familiarità con l'alibi, l'accuratezza complessiva si riduce quasi del 6%, mentre la sensibilità della classificazione scende di 23,9 punti percentuali dal gruppo Colpevoli (A1) al gruppo Colpevoli (A2). Chi ripete più volte l'alibi riesce a sfuggire al test in maniera maggiore. Poiché è emerso da altri studi che la maggior parte dei valori del D-aIAT con minore accuratezza sono compresi tra -0.2 e 0.2, ciò che consigliano Agosta and Sartori (2013) per evitare deduzioni erranee è di considerare come inconclusivi i valori del D-aIAT inseriti in quel range.

La risposta alle nostre prime due domande di ricerca è parzialmente in linea con la letteratura sul tema. Dhammapeera et al. (2020) in un esperimento di simulazione di reato con la somministrazione dell'aIAT a una settimana di distanza hanno trovato una riduzione dell'indice D-aIAT nei due gruppi di innocenti, ma non un ribaltamento dell'effetto compatibilità del test. Diversamente da ciò che abbiamo trovato in questo esperimento, in Dhammapeera et al. (2020) non è emersa una differenza significativa tra i gruppi di colpevoli con alibi e il gruppo di innocenti, forse a causa della numerosità campionaria. Il gruppo di colpevoli che imparava l'alibi poco prima dell'aIAT è risultato significativamente diverso dal gruppo di colpevoli senza alibi, mentre lo stesso non

avviene con il gruppo di colpevoli che doveva ripetere l'alibi a casa per 6 volte. In altre parole, i risultati di Dhammapeera et al. (2020) sono simili a ciò che abbiamo ottenuto con questo lavoro quando si considera il gruppo di colpevoli con un *home training* comparabile a quello dei nostri gruppi di colpevoli con alibi – ripetizione dell'alibi per 6 volte –: non c'è differenza significativa tra colpevoli che non ripetono l'alibi e colpevoli che lo ripetono più volte la settimana successiva. Ciò che cambia è che nel loro studio non c'è una differenza significativa tra colpevoli con alibi e innocenti, mentre nel nostro avviene il contrario.

La differenza più marcata si nota nell'accuratezza del test. Mentre nel nostro esperimento l'indice D-aIAT riesce a classificare correttamente l'86% dei partecipanti, anche prendendo solo in considerazione il gruppo di colpevoli con alibi, in Dhammapeera et al. (2020) l'accuratezza scende al 62% e al 54% nei due gruppi con alibi. Questo risultato potrebbe essere riconducibile a differenze metodologiche tra i due esperimenti.

In primo luogo, nel loro studio gli sperimentatori consegnavano un alibi da imparare e i partecipanti dovevano immaginare di compiere quelle azioni, prima di essere sottoposti a una serie di domande sul contenuto dell'alibi stesso. I partecipanti con il training da svolgere a casa si collegavano a un link, rileggevano l'alibi, immaginavano nuovamente di compierlo e successivamente lo descrivevano. Gli autori hanno quindi abbinato all'alibi un processo immaginativo, non presente nella nostra procedura sperimentale.

In secondo luogo, il *mock crime* proposto da Dhammapeera et al. (2020) è di natura differente rispetto al nostro. Il loro consisteva in un piccolo furto, nel rubare un anello, mentre il nostro nel distruggere una prova di un reato sessuale. Lo stimolo sessuale potrebbe aver causato un'attivazione più resistente all'influenza dell'alibi. Se così fosse, i crimini reali, che hanno un impatto emotivo ancora più grande sulla persona, potrebbero essere ancora più resistenti e il ricordo del crimine commesso potrebbe rimanere più saliente rispetto all'alibi imparato. L'unico studio in letteratura che ha mostrato un ribaltamento del carico cognitivo in un test basato sui tempi di reazione grazie a un falso alibi (Foerster et al., 2017) ha utilizzato azioni di poco conto e non emotivamente attivanti, quale disegnare delle forme su un foglio e fingere di aver inviato un file via mail. Azioni di questo genere, non connesse a un senso di colpevolezza e poco salienti, potrebbero essere confuse più facilmente.

Inoltre Dhammapeera et al. (2020) hanno utilizzato una versione differente di aIAT a sette blocchi invece che cinque.

Con le conoscenze attuali non si possono trarre conclusioni certe sul reale impatto dell'alibi sull'*autobiographical Implicit Association Test*. Rimangono varie questioni aperte e la letteratura in materia è ancora molto scarsa.

Un limite che il nostro studio presenta è l'aver consegnato un alibi uguale per tutti. Non viene richiesto ai partecipanti lo sforzo immaginativo che lo avvicinerebbe più al caso reale. È infatti da tempo conosciuto il *generation effect* (ad es., Fiedler et al., 1992), ovvero quell'effetto per cui delle parole o delle frasi sono maggiormente ricordate se vengono autogenerate piuttosto che lette. La mobilitazione di risorse cognitive nella creazione di un alibi ne potrebbe rafforzare il ricordo e causare così un impatto maggiore sul test. In studi futuri sarebbe opportuno far creare un alibi agli stessi partecipanti, motivandoli a evitare di essere individuati come colpevoli e creare un aIAT personalizzato sulla base della storia ideata.

Per rispondere all'ultima domanda di ricerca siamo passati ad analizzare i movimenti oculari. Ci siamo concentrati in un primo momento sulla topografia dei movimenti oculari e più nello specifico sulla proporzione di fissazioni all'interno delle etichette con le categorie. Anche qua solo l'interazione tra Blocco e Gruppo è risultata significativa: le fissazioni dipendono dall'appartenenza al gruppo in relazione al blocco del test. Ci sono differenze significative di proporzione di fissazioni nelle etichette tra blocco congruente e incongruente nel gruppo degli Innocenti e nel gruppo di Colpevoli senza Alibi.

Nel blocco in cui Vero è associato alla scrittura del codice i colpevoli eseguono più fissazioni all'interno delle due etichette, le controllano più a lungo per monitorare la risposta e darla corretta. Viceversa, nel blocco in cui Vero è associato alla distruzione della foto gli innocenti monitorano maggiormente le etichette. Entrambi i gruppi pongono maggiore attenzione alle etichette nel blocco critico soggettivamente più difficile. Questo avviene probabilmente per un maggiore carico cognitivo e per un tentativo di monitoraggio del conflitto di risposta. Emerge lo stesso effetto compatibilità che avviene con i tempi di reazione. La persona attua un tentativo di soppressione delle risposte automatiche controllando ripetutamente le categorie riportate nelle etichette per individuare la risposta corretta.

Un aspetto interessante è che non vi è una differenza significativa tra proporzione di fissazioni nei due blocchi nel gruppo di Colpevoli con Alibi. Il fatto che non vi sia una differenza di difficoltà tra i blocchi non è coerente con la logica del test che prevede una maggiore difficoltà di un blocco rispetto all'altro. La mancanza di differenza tra le fissazioni dei due blocchi potrebbe essere utilizzata come marker di chi sta cercando di falsare il test.

Poiché è emerso un effetto compatibilità del gruppo con il blocco anche tramite i movimenti oculari, abbiamo creato un indice, il D-eye, che potesse essere il corrispettivo del D-aIAT, utilizzando i movimenti oculari invece che i tempi di reazione. Esso consiste nella differenza tra proporzione di fissazioni delle etichette nel blocco incompatibile e proporzione di fissazioni all'interno delle etichette nel blocco compatibile, divisa per la deviazione standard combinata delle due. È emersa una forte correlazione tra il D-aIAT e il D-eye ($r=0.72$).

La topografia delle fissazioni durante un aIAT può rilevare l'effetto compatibilità misurato dall'indice D-aIAT. Questo risultato è molto importante poiché ci permette di avere un indice *covert* che rilevi il carico cognitivo senza dover fare affidamento sui soli tempi di risposta. I tempi di reazione sono infatti più soggetti a tentativi di falsificazione e di controllo, mentre i movimenti oculari sono molto meno controllabili e misurabili anche al di là della consapevolezza dell'intervistato (Hannula et al., 2010; Theeuwes et al., 1998). Essi riflettono i cambiamenti a livello neuronale in maniera simultanea e quindi anche il recupero dei ricordi nel momento in cui esso avviene (Kragel & Voss, 2022).

Inoltre, il confronto tra il D-eye e il D-aIAT permette di evidenziare discrepanze tra i due che potrebbero essere indicative di un tentativo di falsificare l'aIAT. Ogawa et al. (2021), gli unici ad aver aggiunto la rilevazione dei movimenti oculari, in particolare della pupillometria, alla misurazione dei tempi di risposta dell'aIAT danno un'indicazione simile: suggeriscono proprio di valutare misure multiple per notare discrepanze ed eventualmente scartare risultati poco affidabili.

Ulteriori studi sono necessari per verificare se in presenza di partecipanti istruiti a falsificare il test i movimenti oculari rimangano affidabili e siano più resistenti rispetto ai tempi di reazione.

Siamo successivamente andati a verificare le differenze del D-eye tra gruppi. Risultano significative tra innocenti ed entrambi i gruppi di colpevoli, mentre non vi è alcuna differenza significativa tra i Colpevoli con Alibi e senza, né tra i gruppi A1 e A2.

In merito alla capacità discriminativa dell'indice D-eye tra innocenti e colpevoli abbiamo eseguito un'analisi ROC. Il D-eye sembra avere un'accuratezza di classificazione inferiore rispetto al D-aIAT (80,08% vs. 89,5%). L'accuratezza scende in presenza dell'alibi, così come accade con i tempi di reazione: si riduce del 7,72%. Anche con i movimenti oculari la sensibilità peggiora nel gruppo che ripete l'alibi cinque volte rispetto al gruppo che lo ripete una sola volta (55% vs. 63,2%). Un livello più alto di familiarità con l'alibi ha provocato una riduzione maggiore dell'accuratezza, sia in termini di sensibilità sia di specificità del test.

Ci sono partecipanti che vengono classificati correttamente dal D-aIAT ma non da D-eye e viceversa. La combinazione delle due misure potrebbe permettere quindi di identificare quei colpevoli che sfuggirebbero ai due indici presi singolarmente. Per valutare se i movimenti oculari possano migliorare l'accuratezza del solo aIAT abbiamo utilizzato un modello di regressione logistica.

Nel modello con i movimenti oculari abbiamo inserito oltre al D-eye, la differenza tra le saccadi eseguite tra le due etichette nel blocco congruente e quelle eseguite in quello incongruente e infine la differenza tra la dilatazione pupillare nel blocco congruente e quella nel blocco incongruente. Il modello combinato tra aIAT e movimenti oculari supera in accuratezza il modello con il solo aIAT. L'aggiunta dei movimenti oculari incrementa del 5% l'accuratezza nella classificazione, riduce del 2% il tasso di falsi negativi (colpevoli classificati come innocenti) e del 12,5% il tasso di falsi positivi (innocenti classificati come colpevoli).

Indicatori multipli sono più efficaci nell'individuare una memoria colpevole rispetto a un indice singolo (Hartwig & Bond, 2014; Porter & Brinke, 2010; Twyman et al., 2015). Indici diversi infatti possono coprire un maggior numero di processi cognitivi e rilevare elementi che altrimenti non emergerebbero dall'analisi (Hu & Rosenfeld, 2012; Nahari & Ben-Shakhar, 2011).

Sebbene l'eye-tracking abbia incrementato le capacità di classificazione dell'aIAT, la differenza tra i due modelli non è così ampia poiché il compito richiesto dall'aIAT è molto strutturato. Le saccadi e le fissazioni sono molto vincolate dalla comparsa della frase al centro dello schermo e delle due etichette in basso ai lati. Non c'erano altre possibilità di spostamento dello sguardo. L'uso dell'eye-tracking in compiti meno strutturati in modo da permettere una più libera visualizzazione dell'immagine potrebbe permettere di distinguere in maniera ancora più accurata innocenti e colpevoli.

Un altro limite del nostro lavoro, che accomuna tutti gli studi con *mock crime*, è la mancanza del rischio reale di essere scoperti e quindi la riduzione della motivazione rispetto al caso reale in cui delle persone hanno realmente commesso un crimine.

Anche l'attività scelta per il *mock crime* è peculiare. Non potendo per ovvi motivi etici far commettere un reato sessuale ai partecipanti, abbiamo optato per fargli distruggere una prova di un reato commesso da altri. Questo potrebbe in alcuni partecipanti aver allontanato il senso di colpevolezza, spostandolo all'esterno.

Al di là dei limiti enunciati, l'esperimento ci ha permesso di osservare che la familiarizzazione con un alibi non ribalta completamente il carico cognitivo connesso all'aIAT. In presenza dell'alibi ciò che si verifica è invece una riduzione dell'accuratezza, che nel nostro caso mantiene comunque livelli elevati. Ulteriore ricerca è necessaria a chiarire il reale impatto in condizioni più vicine ai casi reali, che comportino, ad esempio, la creazione del proprio alibi.

L'aggiunta della misurazione dei movimenti oculari ci ha permesso di incrementare l'accuratezza del solo aIAT nel classificare innocenti e colpevoli. Il pattern di fissazioni durante il test ha mostrato un effetto compatibilità comparabile a ciò che emerge con i tempi di reazione. Maggiore carico cognitivo è associato a tempi di reazione più lunghi, ma anche a una proporzione maggiore di fissazioni sulle etichette. Aver rilevato lo stesso effetto con due indici molto diversi come tempi di reazione e movimenti oculari permette di arrivare a conclusioni più affidabili sul caso singolo e identificare possibili casi di falsificazione dove i due mostrino un pattern differente. I movimenti oculari inoltre possono essere rilevati al di là della conoscenza dell'intervistato e quindi essere meno controllati per apparire non colpevole.

I movimenti oculari sono stati ancora troppo poco studiati ma hanno un grande potenziale in ambito forense. Possono avere valore singolarmente oppure in combinazione con altri test come nel nostro caso. La combinazione di più misure rende più credibile la prova scientifica e più accettabile in tribunale alla luce dei criteri Daubert: seguendo il principio di convergenza delle evidenze (Burgoon, 2019) rende maggiormente verosimile un'ipotesi processuale.

CONCLUSIONI

Individuare chi mente è un tema che ha sempre affascinato ed è stato a lungo oggetto di interesse e di studio. Negli anni sono state sviluppate varie tecniche per capire i correlati della menzogna, ma solo a partire dagli anni '50 con Likken si è iniziato ad indagare l'uso di tecniche per scovare un ricordo nella mente del soggetto. Le tecniche di *memory detection* superano in parte alcuni limiti propri delle tecniche di *lie detection* e possono essere un utile strumento per individuare una memoria colpevole e quindi il coinvolgimento della persona in un reato.

Una valida tecnica di *memory detection* è l'*autobiographical Implicit Association Test*, che in laboratorio raggiunge un'alta accuratezza. Alcuni studi hanno sollevato alcune perplessità nel suo utilizzo a causa di fattori che ne influenzano la performance, quali i tentativi di falsificazione. Con il presente lavoro abbiamo studiato l'effetto della ripetizione di un falso alibi sull'aIAT. L'alibi non sembra ribaltare il carico cognitivo associato ai blocchi critici del test, mentre ne riduce un po' l'accuratezza. Ancora pochi lavori hanno analizzato l'influenza dell'alibi sull'aIAT con risultati parzialmente discordanti. È auspicabile quindi proseguire nella ricerca in questo ambito per capire il reale impatto che l'alibi può avere e le conseguenze sull'utilizzabilità dello strumento in campo giudiziario.

Un altro importante contributo del nostro lavoro risiede nell'analisi dei movimenti oculari simultanei all'esecuzione dell'aIAT. Abbiamo rilevato un effetto compatibilità con un indice diverso dai tempi di reazione. I movimenti oculari e in particolare le fissazioni rispecchiano la difficoltà cognitiva del test. Essi potenzialmente possono essere registrati di nascosto dall'intervistato (tecnica *covert*) e quindi essere meno controllabili. I tentativi di falsificazione potrebbero essere individuati più facilmente nel confronto dei due indici. La simultanea analisi dei movimenti oculari e dei tempi di reazione in un paradigma aIAT inoltre permette di classificare più accuratamente innocenti e colpevoli rispetto ai soli tempi di reazione. Si tratta di un ulteriore esempio di come la combinazione di più misure vada a incrementare le abilità degli strumenti singoli, migliorandone l'affidabilità.

L'utilizzo di misure multiple va incontro alle esigenze del nostro sistema giudiziario, che richiede la concordanza di prove multiple nonché l'affidabilità della prova scientifica. Questo tipo di strumenti è certamente connesso a un tasso di errore, che va continuato ad

analizzare in laboratorio, ma l'utilizzo che se ne può fare è di grande utilità. Consapevoli che alcun esperto o test può sostituirsi al giudice nella decisione ultima di colpevolezza o meno dell'imputato, essi possono essere un ausilio in più in mano al giudice che lo valuta alla luce delle altre prove processuali. Uno strumento quale l'aIAT potrebbe anche servire come screening iniziale in mano alla polizia durante le indagini preliminari.

In conclusione, l'aIAT è un test robusto e validato che, al netto di alcuni limiti, ha mostrato una buona resistenza all'influenza dell'alibi; esso può essere facilmente integrato con la rilevazione dei movimenti oculari in modo tale da aumentare l'accuratezza e l'affidabilità nell'individuazione della memoria colpevole. La sua adozione nel contesto forense appare quindi supportata dai risultati del presente studio, che individua questo strumento quale valido candidato come parte del cassetto degli attrezzi del perito o del consulente di parte, il quale può valutare i suoi risultati, considerandone il tasso d'errore e le specifiche caratteristiche, all'interno di un quadro più ampio.

BIBLIOGRAFIA

- Akaike, H. (1987). Factor analysis and AIC. *Psychometrika*, *52*, 317-332. doi: 10.1007/BF02294359
- Agosta, S., Castiello, U., Rigoni, D., Lionetti, S., & Sartori, G. (2011a). The detection and the neural correlates of behavioral (prior) intentions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23* (12), 3888–3902. doi: 10.1162/jocn_a_00039
- Agosta, S., Ghirardi, V., Zogmaister, C., Castiello, U., & Sartori, G. (2011b). Detecting Fakers of the autobiographical IAT. *Applied Cognitive Psychology*, *25*, 299–306. doi: 10.1002/acp.1691
- Agosta, S., Mega, A., & Sartori, G. (2011c). Detrimental effects of using negative sentences in the autobiographical aIAT. *Acta Psychologica*, *136*, 296–306. doi: 10.1016/j.actpsy.2010.05.011
- Agosta, S., Pezzoli, P., & Sartori, G. (2013). How to detect deception in everyday life and reasons underlying it. *Applied Cognitive Psychology*, *27*, 256–262. doi: 10.1002/acp.2902
- Agosta, S., & Sartori, G. (2013). The autobiographical IAT: a review. *Frontiers in Psychology*, *4* (519), 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00519
- Andersson, R., Nyström, M., & Holmqvist, K. (2010). Sampling frequency and eye-tracking measures: how speed affects durations, latencies, and more. *Journal of Eye Movement Research*, *3* (3). doi: 10.16910/jemr.3.3.6
- Awh, E., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: A failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Sciences*, *16* (8), 437-443. doi: 10.1016/j.tics.2012.06.010
- Battista, F., Mangiulli, I., Herter, J., Curci, A., & Otgaar, H. (2020). The effects of repeated denials and fabrication on memory. *Journal of Cognitive Psychology*, *32* (4), 369-381. doi: 10.1080/20445911.2020.1767626
- Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological bulletin*, *91* (2), 276. doi: 10.1037/0033-2909.91.2.276

- Behl, J. D., & Kienzle, M. R. (A cura di). (2022). *Alibis and Corroborators*. Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-030-95663-9
- Beh-Shakhar, G., & Elaad, E. (2003). The Validity of Psychophysiological Detection of Information With the Guilty Knowledge Test: A Meta-Analytic Review. *Journal of Applied Psychology*, 88 (1), 131-151. doi: 10.1037/0021-9010.88.1.131
- Bond Jr, C. F., & DePaulo, B. M. (2006). Accuracy of Deception Judgments. *Personality and Social Psychology Review*, 10 (3), 214-234. doi: 10.1207/s15327957pspr1003_2
- Burgoon, J. K. (2019). Separating the wheat from the chaff: Guidance from new technologies for detecting deception in the courtroom. *Frontiers in Psychiatry*, 9 (774), 1-5. doi: 10.3389/fpsyt.2018.00774
- Culhane, S. E., Kehn, A., Horgan, A. J., Meissner, C. A., Hosch, H. M., & Wodahl, E. J. (2013). Generation and Detection of True and False Alibi Statements. *Psychiatry, Psychology and Law*, 20 (4), 619–638. doi: 10.1080/13218719.2012.729018
- Curci, A., Lanciano, T., Maddalena, C., Mastandrea, S. & Sartori, G. (2015). Flashbulb memories of the Pope's resignation: Explicit and implicit measures across differing religious groups. *Memory*, 23 (4), 529-544. doi: 10.1080/09658211.2014.908923
- Cutrow, R. J., Parks, A., Lucas, N., & Thomas, K. (1972). The Objective Use of Multiple Physiological Indices in the Detection of Deception. *Psychophysiology*, 9 (6), 578-588. doi: 10.1111/j.1469-8986.1972.tb00767.x
- DePaulo, B. M., Charlton, K., Cooper, H., Lindsay, J. J., & Muhlenbruck, L. (1997). The accuracy-confidence correlation in the detection of deception. *Personality and social psychology review*, 1 (4), 346-357. doi: 10.1207/s15327957pspr0104_5
- DePaulo, B. M., Lindsay, J. J., Malone, B. E., Muhlenbruck, L., Charlton, K., & Cooper, H. (2003). Cues to deception. *Psychological bulletin*, 129 (1), 74-118. doi: 10.1037/0033-2909.129.1.74
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision research*, 36 (12), 1827-1837. doi: 10.1016/0042-6989(95)00294-4

- Dhammapeera, P., Hu, X., & Bergström, Z. M. (2020). Imagining a false alibi impairs concealed memory detection with the autobiographical Implicit Association Test. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 26 (2), 266-282. doi: 10.1037/xap0000250
- Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431. doi: 10.1016/0001-6918(69)90065-1
- Engbert, R., & Kliegl, R. (2003). Microsaccades uncover the orientation of covert attention. *Vision research*, 43 (9), 1035-1045. doi: 10.1016/S0042-6989(03)00084-1
- Faigman, D. L., & Monahan, J. (2005). Psychological evidence at the dawn of the law's scientific age. *Annual Review of Psychology*, 56, 631-659. doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070316
- Fiedler, K., Lachnit, H., Fay, D., & Krug, C. (1992). Mobilization of cognitive resources and the generation effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 45(1), 149-171. doi: 10.1080/1464074920840132
- Foerster, A., Wirth, R., Herbort, O., Kunde, W., & Pfister, R. (2017). Lying Upside-Down: Alibis Reverse Cognitive Burdens of Dishonesty. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 23 (3), 301-319. doi: 10.1037/xap0000129
- Ford., E. B. (2006). Lie detection: Historical, neuropsychiatric and legal dimensions. *International Journal of Law and Psychiatry*, 29, 159–177. doi: 10.1016/j.ijlp.2005.07.001
- Fornari, U. (2018). *Trattato di psichiatria forense* (7^a ed.). Wolters Kluwer.
- Ganis, G. & Keenan, J. P. (2009). The cognitive neuroscience of deception. *Social Neuroscience*, 4 (6), 465-472. doi: 10.1080/17470910802507660
- Gombos, V. A. (2006). The Cognition of Deception: The Role of Executive Processes in Producing Lies. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 132 (3), 197-214. doi: 10.3200/MONO.132.3.197-214
- Granhag, P. A., Vrij, A., & Verschuere, B. (A cura di). (2015). *Detecting Deception. Current Challenges and Cognitive Approaches*. Wiley Blackwell.

- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74 (6), 1464-1480. doi: 10.1037/0022-3514.74.6.1464
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and Using the Implicit Association Test: I. An Improved Scoring Algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85 (2), 197-216. doi: 10.1037/0022-3514.85.2.197
- Gulotta, G. (2020). *Compendio di psicologia giuridico-forense, criminale e investigativa*. Giuffrè Francis Lefebvre.
- Hannula, D. E., Althoff, R. R., Warren, D. E., Riggs, L., Cohen, N. J., & Ryan, J. D. (2010). Worth a glance: using eye movements to investigate the cognitive neuroscience of memory. *Frontiers in human neuroscience*, 4, 166. doi: 10.3389/fnhum.2010.00166
- Hartwig, M., & Bond Jr, C. F. (2014). Lie detection from multiple cues: A meta-analysis. *Applied Cognitive Psychology*, 28 (5), 661-676. doi: 10.1002/acp.3052
- Helm, R. K., Ceci, S. J., & Burd, K. A. (2016). Can Implicit Associations Distinguish True and False Eyewitness Memory? Development and Preliminary Testing of the IATe. *Behavioral Sciences and the Law*, 34, 803-819. doi: 10.1002/bsl.2272
- Hessels, R. S., Kemner, C., van den Boomen, C., & Hooge, I. T. (2016). The area-of-interest problem in eyetracking research: A noise-robust solution for face and sparse stimuli. *Behavior research methods*, 48, 1694-1712. doi: 10.3758/s13428-015-0676-y
- Honts, C. R., Raskin, D. C., & Kircher, J. C. (1994). Mental and Physical Countermeasures Reduce the Accuracy of Polygraph Tests. *Journal of Applied Psychology*, 79 (2), 252-259. doi: 10.1037/0021-9010.79.2.252
- Hu, X., Bergström, Z. M., Bodenhausen, G. V., & Rosenfeld, J. P. (2015). Suppressing Unwanted Autobiographical Memories Reduces Their Automatic Influences: Evidence From Electrophysiology and an Implicit Autobiographical Memory Test. *Psychological Science*, 26 (7), 1098–1106. doi: 10.1177/0956797615575734
- Hu, X., & Rosenfeld, J. P. (2012). Combining the P300-complex trial-based concealed information test and the reaction time-based autobiographical implicit association test in

- concealed memory detection. *Psychophysiology*, 49 (8), 1090-1100. doi: 10.1111/j.1469-8986.2012.01389.x
- Hu, X., Chen, H., & Fu, G. (2012a). A repeated lie becomes a truth? The effect of intentional control and training on deception. *Frontiers in psychology*, 3 (488), 1-7. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00488
- Hu, X., Rosenfeld, J. P., & Bodenhausen, G. V. (2012b). Combating Automatic Autobiographical Associations: The Effect of Instruction and Training in Strategically Concealing Information in the Autobiographical Implicit Association Test. *Psychological Science*, 23 (10), 1079–1085. doi: 10.1177/0956797612443834
- Inban, F. E., & Reid, J. E. (1953). *Lie Detection and Criminal Interrogation* (3^o ed.). Williams & Wilkins Co.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review*, 87 (4), 329-354. doi: 10.1037/0033-295X.87.4.329
- Kim, K., Kim, G., & Lee, J-H. (2019). Attentional Avoidance for Guilty Knowledge Among Deceptive Individuals. *Frontiers in Psychiatry*, 10 (114), 1-7. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00114
- Kleinberg, B., & Verschuere, B. (2015). Memory Detection 2.0: The First Web-Based Memory Detection Test. *PLoS ONE*, 10 (4), 1-17. doi: 10.1371/journal.pone.0118715
- Kragel, J.E., Voss, J.L. (2022). Looking for the neural basis of memory. *Trends in Cognitive Science*, 26, 53–65. doi: 10.1016/j.tics.2021.10.010
- Krejtz, K., Duchowski, A. T., Niedzielska, A., Biele, C., & Krejtz, I. (2018). Eye tracking cognitive load using pupil diameter and microsaccades with fixed gaze. *PLoS ONE*, 13 (9), 1-23. doi: 10.1371/journal.pone.0203629
- Lancry-Dayana, O. C., Ben-Shakhar, G., & Pertzov, Y. (2023). The promise of eye-tracking in the detection of concealed memories. *Trends in Cognitive Sciences*, 27 (1), 13-16. doi: 10.1016/j.tics.2022.08.019

- Leal, S., & Vrij, A. (2008). Blinking During and After Lying. *Journal of Nonverbal Behaviour*, 32, 187–194. doi: 10.1007/s10919-008-0051-0
- Lykken, D. T. (1959). The GSR in the detection of guilt. *Journal of Applied Psychology*, 43 (6), 385–388. doi: 10.1037/h0046060
- Marini, M., Agosta, S., Mazzoni, G., Dalla Barba, G., & Sartori, G. (2012). True and false DRM memories: differences detected with an implicit task. *Frontiers in Psychology*, 3 (310), 1-7. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00310
- Marston, W. M. (1920). Reaction-time symptoms of deception. *Journal of Experimental Psychology*, 3 (1), 72–87. doi: 10.1037/h0067963
- McCornack, S. A., Morrison, K., Paik, J. E., Wisner, A. M., & Zhu, X. (2014). Information manipulation theory 2: A propositional theory of deceptive discourse production. *Journal of Language and Social Psychology*, 33 (4), 348-377. doi: 10.1177/0261927X14534656
- Nahari, G., & Ben-Shakhar, G. (2011). Psychophysiological and behavioral measures for detecting concealed information: The role of memory for crime details. *Psychophysiology*, 48, 733–744. doi:10.1111/j.1469-8986.2010.01148.x
- National Research Council (2003). *The Polygraph and Lie Detection*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/10420
- Ogawa, T., Todoriki, N., & Tsuneoka, M. (2021). The Use of Pupillometry in Autobiographical Implicit Association Test. *Frontiers in Psychology*, 12 (729897), 1-6. doi:10.3389/fpsyg.2021.729897
- Osugi, A. (2011). Daily application of the CIT: Japan. In Verschuere, B., Ben-Shakhar, G., & Meijer, E. (Eds.), *Memory detection: Theory and application of the Concealed Information*, Cambridge University Press.
- Otgaar, H., & Baker, A. (2018). When lying changes memory for the truth, *Memory*, 26 (1), 2-14, doi: 10.1080/09658211.2017.1340286
- Peth, J., Kim, J. S.C., & Gamer, M. (2013). Fixations and eye-blinks allow for detecting concealed crime related memories. *International Journal of Psychophysiology*, 88, 96-103. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.03.003

- Peth, J., Sommer, T., Hebart, M. N., Vossel, G., Büchel, C., & Gamer, M. (2015). Memory detection using fMRI – Does the encoding context matter? *NeuroImage*, 113, 164–174. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.03.051
- Porter, S., & ten Brinke, L. (2010). The truth about lies: What works in detecting high-stakes deception? *Legal and criminological Psychology*, 15 (1), 57-75. doi: 10.1348/135532509X433151
- R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing
- Riesthuis, P., Otgaar, H., De Cort, A., Bogaard, G., & Mangiulli, I. (2022). Creating a false alibi leads to errors of commission and omission. *Applied Cognitive Psychology*, 36 (4), 936–945. doi: 10.1002/ acp.3982
- Sartori, G. (2021). *La memoria del testimone*. Giuffrè Francis Lefebvre.
- Sartori, G., Agosta, S., Zogmaister, C., Ferrara, S. D., & Castiello, U. (2008). How to Accurately Detect Autobiographical Events. *Psychological Science*, 19 (8), 772-780. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02156.x
- Sartori, G., Pellegrini, S., & Mechelli, A. (2011). Forensic neurosciences: from basic research to applications and pitfalls. *Current Opinion in Neurology*, 24 (4), 371-377. doi: 10.1097/WCO.0b013e3283489754
- Sartori, G., Zangrossi, A., & Monaro, M. (2018). Deception detection with behavioral methods: The Autobiographical Implicit Association Test, concealed information test-reaction time, mouse dynamics, and keystroke dynamics. In J. P. Rosenfeld (Ed.), *Detecting concealed information and deception: Recent developments* (pp. 215–241). Elsevier Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-812729-2.00010-0
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 461-464. doi: 10.1214/aos/1176344136
- Seymour, T. L., Seifert, C. M., Shafto, M. G., & Mosmann, A. L. (2000). Using Response Time Measures to Assess “Guilty Knowledge”. *Journal of Applied Psychology*, 85 (1), 30-37. doi: 10.1037//0021-9010~85.1.30

- Shidlovski, D., Schul, Y., & Mayo, R. (2014). If I imagine it, then it happened: The Implicit Truth Value of imaginary representations. *Cognition*, 133, 517-529. doi: 10.1016/j.cognition.2014.08.005
- Suchotzki, Berlijn, A., Donath, M., & Gamer, M. (2018). Testing the applied potential of the Sheffield Lie Test. *Acta Psychologica*, 191, 281-288. doi: 10.1016/j.actpsy.2018.10.011
- Suchotzki, K., Verschuere, B., Van Bockstaele, B., Ben-Shakhar, G., & Crombez, G. (2017). Lying takes time: A meta-analysis on reaction time measures of deception. *Psychological Bulletin*, 143 (4), 428- 453. doi: 10.1037/bul0000087
- Suchotzki, K., Verschuere, B., & Gamer, M. (2021). How vulnerable is the Reaction Time Concealed Information Test to Faking? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10 (2), 268-277. doi: 10.1016/J.JARMAC.2020.10.003
- Takarangi, M. K. T., Strange, D., & Houghton, E. (2015). Event familiarity influences memory detection using the aIAT. *Memory*, 23 (3), 453-461. doi: 10.1080/09658211.2014.902467
- Takarangi, M. K. T., Strange, D., Shortland, A. E., & James, H. E. (2013). Source confusion influences the effectiveness of the autobiographical IAT. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 1232–1238. doi:10.3758/s13423-013-0430-3
- Theeuwes, J., Kramer, A. F., Hahn, S., & Irwin, D. E. (1998). Our eyes do not always go where we want them to go: Capture of the eyes by new objects. *Psychological Science*, 9 (5), 379–385. doi: 10.1111/1467-9280.00071
- Trovillo, P. V. (1939). History of Lie Detection. *Journal of Criminal Law and Criminology*, 30 (10), 104-119.
- Twyman, N. W., Proudfoot, J. G., Schuetzler, R. M., Elkins, A. C., & Derrick, D. C. (2015). Robustness of multiple indicators in automated screening systems for deception detection. *Journal of Management Information Systems*, 32 (4), 215-245. doi: 10.1080/07421222.2015.1138569

- Unsworth, N., & Robison, M. K. (2016). Pupillary correlates of lapses of sustained attention. *Cognitive, Affective, & Behavioural Neuroscience*, 16, 601–615. doi: 10.3758/s13415-016-0417-4
- Verschuere, B., & Kleinberg, B. (2017). Assessing autobiographical memory: the web-based autobiographical Implicit Association Test. *Memory*, 25 (4), 520-530. doi: 10.1080/09658211.2016.1189941
- Verschuere, B., & Meijer, E. H. (2014). What's on Your Mind? Recent Advances in Memory Detection Using the Concealed Information Test. *European Psychologist*, 19 (3), 162-171. doi: 10.1027/1016-9040/a000194Ó2014
- Verschuere, B., Prati, V. & De Houwer, J. (2009). Cheating the Lie Detector: Faking in the Autobiographical Implicit Association Test. *Psychological Science*, 20 (4), 410-413. doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02308.x
- Vieira, K. M., & Lane, S. M. (2013). How you lie affects what you remember. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2, 173-178. doi: 10.1016/j.jarmac.2013.05.005
- Volz, S., Reinhard, M. A., & Müller, P. (2022). The confidence-accuracy relation—A comparison of metacognition measures in lie detection. *Applied Cognitive Psychology*, 36 (3), 673-684. doi: 10.1002/acp.3953
- Walczyk, J. J., Harris, L. L., Duck, T. K., & Mulay, D. (2014). A social-cognitive framework for understanding serious lies: Activation-decision-construction-action theory. *New Ideas in Psychology*, 34, 22-36. doi: 10.1016/j.newideapsych.2014.03.001
- Walczyk, J.J., Sewell, N., & DiBenedetto, M. B. (2018). A Review of Approaches to Detecting Malingering in Forensic Contexts and Promising Cognitive Load-Inducing Lie Detection Techniques. *Frontiers in Psychiatry*, 9 (700), 1-14. doi: 10.3389/fpsyt.2018.00700
- Zangrossi, A., Agosta, S., Cervesato, G., Tessarotto, F., & Sartori, G. (2015). “I didn't want to do it!” The detection of past intentions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9 (608), 1-10. doi: 10.3389/fnhum.2015.00608

Zangrossi, A., Cona, G., Celli, M., Zorzi, M., & Corbetta, M. (2021). Visual exploration dynamics are low-dimensional and driven by intrinsic factors. *Communications Biology*, 4 (1100), 1-14. doi: 10.1038/s42003-021-02608-x

Appendice 1

Ho bisogno di aiuto, ho commesso un reato, vogliono incriminarmi per molestie.

C'è una sola prova di ciò che ho fatto, e si trova nella stanza contrassegnata dal pallino nero (vedi sulla mappa). Per arrivare alla stanza ● scendi le scale e prendi il corridoio a sinistra dell'ingresso, poi segui le indicazioni per gli ascensori e vai al piano - 1.

A destra dell'ascensore troverai una porta rossa ● che puoi aprire con la carta nella busta, poi segui la linea rossa sulla mappa.

Nella stanza ● troverai una foto, unica prova del reato.

Prendila e strappala in piccoli pezzi e assicurati di portarli via con te senza farti vedere.

Esci poi dalla stanza e segui la linea nera. Incontrerai una persona nel punto contrassegnato dal pallino verde ●. Riconsegna a lei la carta senza dare troppo nell'occhio.

Per uscire segui la linea verde. Una volta fuori butta via i pezzi della foto.

Grazie per il tuo aiuto.

Figura 12. Istruzioni consegnate ai colpevoli nella condizione soft

Ho bisogno di aiuto, ho commesso un reato,
vogliono incriminarmi per violenza sessuale.

C'è una sola prova di ciò che ho fatto, e si trova
nella stanza contrassegnata dal pallino nero (vedi
sulla mappa). Per arrivare alla stanza ● scendi le
scale e prendi il corridoio a sinistra dell'ingresso,
poi segui le indicazioni per gli ascensori e vai al
piano - 1.

A destra dell'ascensore troverai una porta rossa ●
che puoi aprire con la carta nella busta, poi segui
la linea rossa sulla mappa.

Nella stanza ● troverai una foto, unica prova del
reato.

Prendila e strappala in piccoli pezzi e assicurati di
portarli via con te senza farti vedere.

Esci poi dalla stanza e segui la linea nera.
Incontrerai una persona nel punto contrassegnato
dal pallino verde ●. Riconsegna a lei la carta
senza dare troppo nell'occhio.

Per uscire segui la linea verde. Una volta fuori
butta via i pezzi della foto.

Grazie per il tuo aiuto.

Figura 13. Istruzioni consegnate ai colpevoli nella condizione hard

Scendi le scale e prendi il corridoio a sinistra dell'ingresso, poi segui le indicazioni per gli ascensori e vai al piano - 1.

A destra dell'ascensore troverai una porta rossa ● che puoi aprire con la carta nella busta, poi segui la linea rossa sulla mappa fino al punto indicato dal pallino nero ●. Lì, sulla parete, troverai un foglio sul quale dovrai scrivere il codice di 3 cifre che ti è stato assegnato.

Poi, segui la linea nera. Incontrerai una persona nel punto contrassegnato dal pallino verde ●. Riconsegna a lei la carta, poi esci seguendo la linea verde.

Figura 14. Istruzioni consegnate agli innocenti

Appendice 2



Figura 15. Mappa dei colpevoli



Figura 16. Mappa degli innocenti

Appendice 3

Questo è il tuo alibi:

"Ho preso le scale e sono sceso al piano interrato. Sono andato a sinistra, poi a destra e ho imboccato il primo corridoio a destra. Dopo qualche metro ho trovato un foglio appeso alla parete sul quale ho scritto un codice assegnatomi. Poi me ne sono andato."

Dovrai ripetermelo in un Whatsapp audio nei prossimi giorni:

In questi giorni, al mattino, ti scriverò un messaggio per ricordartelo.

Non mi deludere.

Figura 17. Alibi consegnato ai gruppi A1 e A2