



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia “Galileo Galilei”

Corso di Laurea in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

**Visual Tracing Test di Groffman:
caratteristiche nella somministrazione in
diverse età.**

Relatore: Prof. Anto Rossetti

Correlatore: Prof. Silvio Maffioletti

Cavalleri Selene

Matr. 1151586

Anno Accademico 2019/2020



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia “Galileo Galilei”

Corso di Laurea in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

**Visual Tracing Test di Groffman:
caratteristiche nella somministrazione in
diverse età.**

Relatore: Prof. Anto Rossetti

Correlatore: Prof. Silvio Maffioletti

Cavalleri Selene

Matr. 1151586

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Il VTTG è un test ideato da Groffman (1966) con lo scopo di valutare l'abilità visiva nei bambini mediante un esercizio che prevede di seguire con lo sguardo alcune linee intrecciate. Nel corso del tempo si è notato che questo test risulta "difficile" ed è quindi spesso accantonato in favore di test più immediati.

Il mio lavoro ha fatto riferimento sia al test originale sia a una sua semplificazione, con lo scopo di valutare l'efficacia della valutazione data da Groffman sia per il test originale sia per il test semplificato.

Sono stati quindi raccolti i dati da 129 soggetti, di età tra 5 e 70 anni, ed è stato sottoposto loro il test sia nella versione semplificata sia in quella originale. I dati raccolti sono stati analizzati.

I risultati ottenuti evidenziano una decisa difficoltà nel test originale, che diminuisce nel test semplificato. Sebbene i risultati delle medie temporali siano in linea con quelli stabiliti da Groffman (1966), la difficoltà nell'applicazione del test sta nel numero molto elevato di errori, che talvolta supera il 50% dei soggetti, come nel caso dei bambini di terza elementare nel test originale (cfr *Tabella 7*).

I risultati del test semplificato dimostrano una percentuale di errore decisamente inferiore, ma evidenziano un grande vantaggio dalle tabelle di valutazione originali, infatti a parità di soggetti, i tempi di esecuzione risultano inferiori (cfr *Tabelle 4- 7*).

Indice

1. Introduzione	1
<i>Anatomia</i>	1
<i>Fisiologia</i>	2
<i>Cenni di sviluppo oculomotorio</i>	3
2. Visual Tracing Test di Groffman	4
<i>VTTG</i>	4
<i>Scopi e materiali</i>	7
3. Analisi statistica	10
4. Analisi dei dati	18
<i>Analisi della percentuale di errori nei punteggi</i>	18
<i>Analisi delle medie dei tempi di esecuzione</i>	19
5. Conclusioni	21
6. Bibliografia	22
Ringraziamenti	

1. Introduzione

Anatomia

Nel sistema visivo sono coinvolte diverse strutture, tutte insieme esse costituiscono il senso della vista, che non è costituito dal binomio bulbo oculare e nervo ottico, ma che comprende sia un sofisticato apparato motore, sia uno specifico livello di interpretazione da parte del cervello.

Il sistema oculomotorio consente il movimento degli occhi, È formato da una componente muscolare, che media il movimento vero e proprio del bulbo oculare all'interno dell'orbita, e da una nervosa che ne controlla la funzione^[11].

I sei muscoli adibiti a questi movimenti sono extraoculari, e sono i muscoli retti laterale, mediale, superiore e inferiore e i due muscoli obliqui superiore e inferiore. La loro funzione fisiologica consiste nei movimenti oculari, sia in modo coerente tra loro, sia in modo opposto.

Sono muscoli formati da fibre striate sottili, molto potenti per un controllo minuzioso e preciso del movimento stesso; infatti, un singolo motoneurone stimola infatti poche fibre muscolari.

I quattro muscoli retti hanno origine dall'anello di Zinn, un tessuto fibroso che circonda il nervo ottico in prossimità del forame ottico. Anche muscolo obliquo superiore si origina dall'anello di Zinn, ma invece di innestarsi sulla sclera come gli altri va verso l'alto dove passa all'interno della troclea e si collega, attraverso la sua porzione tendinea, sulla sclera nel retro del bulbo. Il muscolo obliquo inferiore, invece, ha origine dal pavimento orbitale. Entrambi i muscoli obliqui hanno un'inclinazione di circa 50° rispetto all'asse antero-posteriore dell'occhio.

Il muscolo retto superiore ha funzione di elevazione e intorsione del bulbo, il retto inferiore di depressione e intorsione, i retti mediale e laterale rispettivamente di adduzione e abduzione. Il muscolo grande obliquo ha funzione di intorsione ed elevazione, mentre il piccolo obliquo di elevazione e extorsione.

Tutti i movimenti oculari, nelle varie posizioni di sguardo, sono ottenute grazie all'utilizzo di uno o più muscoli.

A livello orbitario sono presenti altri muscoli lisci che non danno apporto al movimento oculare.

I muscoli estrinseci sono tutti innervati dal III nervo cranico, l'oculomotore, tranne il retto laterale, che è innervato dall'abducente (VI) e l'obliquo superiore che è innervato dal trocleare (IV).

L'innervazione motoria è molto raffinata e specifica, e un singolo motoneurone innerva un piccolo gruppo di fibre. Ciò, unito alla fisiologia dei muscoli stessi, porta a un notevole controllo del movimento, rendendo possibile una direzionalità precisa dello sguardo.

I muscoli sono rivestiti da una fascia fibrosa molto sottile, che si ispessisce in prossimità del bulbo oculare, e che ha come funzione una limitazione del movimento.

Fisiologia

I movimenti oculari sono importanti per il posizionamento sulla retina della luce in entrata, e grazie alla triade accomodativa, per la capacità di focalizzare gli oggetti posti a varie distanze consentendo al cervello di elaborarli sotto forma di immagini.

Questo tipo di meccanismo è guidato dal sistema nervoso autonomo, sia della branca simpatica sia di quella parasimpatica.

I movimenti singoli degli occhi sono definiti duzioni, quelli accoppiati sono detti versioni e quelli in cui gli occhi si muovono verso uno stesso punto (si avvicinano o si allontanano dalla linea mediana del corpo) sono detti vergenze.

Le modalità in cui avvengono i movimenti sono varie. I saccadi consistono in rapidi e brevi spostamenti della fissazione, che sono normalmente usati nella lettura o nell'osservazione di oggetti in movimento. I movimenti di inseguimento sono necessari per mantenere la fissazione su un oggetto in movimento; i movimenti di vergenza sono lenti stimolati oppure inibiti dall'accomodazione^[11].

Cenni di sviluppo visuo-motorio

A partire dalla nascita, il bambino sviluppa una serie di meccanismi di apprendimento in rapporto a se stesso, in un primo momento, e successivamente in relazione al mondo esterno^[11]. Sono vari gli studi^{[5], [6],[7]} che mettono in relazione un certo deficit visivo con un certo grado di difficoltà nel riconoscere e/o interpretare alcuni stimoli visivi e visuo-motori.

La corteccia occipitale è l'area in cui il cervello interpreta coscientemente le immagini che provengono dagli occhi. Un modello ormai classico^[8] considera due vie, dorsale e ventrale, che apportano informazioni riguardo la forma e la posizione nello spazio di un particolare oggetto.

La via ventrale, o via del 'cosa', è analizzata dalla zona infero-temporale e dorsale, o via del 'dove', è elaborata dalla zona subcorticale dell'area medio-temporale, esse sono importanti per l'identificazione degli oggetti complessi. Le due aree del cervello ricevono impulsi provenienti dal nervo ottico, che dopo il chiasma prende una via secondaria, passando per il corpo genicolato laterale e arrivando infine alla corteccia visiva. Ciò permette una interpretazione delle immagini retiniche come forme geometriche complesse, e come movimento inteso quale insieme di fotogrammi, oltre che alla posizione spaziale rispetto al proprio corpo di un oggetto.

La via dorsale, in particolare, è importante per la ricerca in quanto permette l'identificazione della posizione spaziale di un oggetto, e quindi determina la prima fase per orientare correttamente gli occhi verso un dato stimolo, o nell'evitare un ostacolo durante la locomozione.

È chiaro come un deficit dei movimenti visivi possa portare a una limitazione nello sviluppo, prima, e nell'uso, poi, di questa importante via.

La capacità dell'individuo di rapportarsi con l'ambiente esterno è data, soprattutto nei bambini più piccoli, dall'integrità del sistema visivo.

Lo sviluppo^[10] della percezione visuo-spaziale nel bambino, in particolare, è strettamente correlata con il movimento prima rispetto a se stesso, e poi come individuo presente nell'ambiente. È facile, quindi, intuire come sia importante una valutazione sia dell'integrità del sistema visivo, sia del suo funzionamento fisiologico

2. Visual Tracing Test

Vari test disponibili oggi hanno una grande importanza nella valutazione visiva dei problemi oculomotori; i test più diffusi sono il NSUCO, il DEM e l'Eye Tracker.

Il NSUCO, Northeastern State University College of Optometry, è un test che valuta i movimenti oculari mediante un'analisi sia qualitativa che quantitativa dei movimenti di inseguimento.

Il DEM, Developmental Eye Movement, è un test che valuta i movimenti visivi mediante la lettura di strisce di numeri

L'Eye Tracker , si basa su un sistema di identificazione della posizione degli occhi del soggetto nel caso di compiti visivi di varia natura.

I vari test citati sono spesso pensati (o considerati) come “test di performance” per le specifiche abilità visive (similmente a molti altri). La performance della persona per specifiche abilità visive è un indicatore clinicamente utile ma essendo tipicamente globale evidenziare un eventuale deficit senza permettere di identificare l'eventuale causa di tale deficit. Pertanto va inserito in un contesto generale di valutazione della visione della persona.

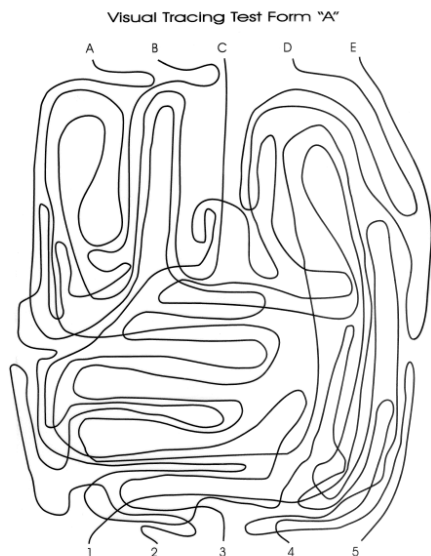
Groffman Visual Tracing Test

Nel 1966 Sidney Groffman pubblica un test^[4] per la valutazione dei movimenti oculari nei bambini, che coinvolge l'area visiva e degli inseguimenti

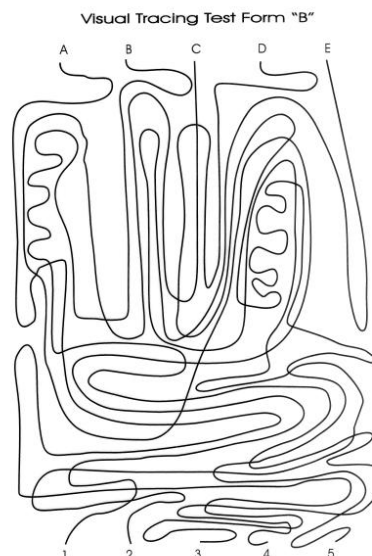
Il test è costituito da due schede di dimostrazione (*Schede 1 e 2*) e da due schede chiamate “A” e “B”, e con cinque linee (*Schede 3 e 4*).

Le due schede di dimostrazione, servono per far capire ai soggetti, soprattutto i più piccoli, ciò che devono fare.

Le schede “A” e “B” che costituiscono il test effettivo; si compongono di una striscia di lettere in alto che si connettono mediante delle linee intrecciate a una serie di numeri in fondo . Il compito assegnato ai soggetti è quello di seguire le linee con lo sguardo e comunicare all'operatore il numero a cui si è giunti.



Scheda 3: Scheda "A" originale.



Scheda 4: Scheda "B" originale.

La spiegazione del test è parte del protocollo; bisogna fare in modo che il soggetto segua le linee con gli occhi, senza l'ausilio di una matita o delle dita. L'uso del dito comporta una minore difficoltà e la matita è da considerarsi come un'estensione corporea, che porta quindi alla facilitazione nel test.

Nelle indicazioni originali l'uso di un supporto viene penalizzato, comportando punteggio pari a zero in quella prova.

Groffman stabilisce anche la possibilità di impostare un regime di training^[4], con schede di esercizio simili a quelle del test originale effettivo ma con difficoltà variabile. Sebbene i risultati da lui ottenuti siano positivi e i bambini che hanno svolto un regime di allenamento visivo siano infatti risultati migliori in una seconda somministrazione del test in confronto con un gruppo di controllo, una tale esecuzione nel mio studio è risultata difficoltosa, soprattutto per l'alto numero di soggetti preso in considerazione e la necessità di dedicare tempo a un eventuale training visivo.

Solo in un caso ho valutato due volte una bambina, una volta all'inizio del periodo di potenziamento delle abilità visive presso il Centro Ottico nel quale ho svolto il tirocinio, e una alla fine; la bambina ha dimostrato un buon miglioramento nei risultati del test di Groffman (*Figure 1 e 2*).

Questo test è poco conosciuto nell'ambito optometrico ed è ritenuto un test "difficile", soprattutto con i soggetti più giovani.

Questa difficoltà è data dalla grande quantità di attenzione che è richiesta, per cui i bambini più piccoli e i soggetti più problematici hanno rilevanti difficoltà nel corso della prova.^{[2],[3]}

Il grande affollamento tra le linee più centrali rende il test difficile soprattutto in quei soggetti che già naturalmente hanno difficoltà in situazione di crowding.

Nel corso degli anni la letteratura^[1], piuttosto scarsa, ha evidenziato che il test di Groffman ha diversi punti deboli proprio nella gestione del soggetto e nella valutazione del test.

<u>Seconds Elapsed</u>	<u>Number of Points</u>
below 10	10
16-20	9
21-25	8
26-30	7
31-35	6
36-40	5
41-45	4
46-50	3
50-60	2
over 60	1

Figura 1: Valutazione del Groffman originale, punti per intervallo di tempo (in secondi).^[4]

<u>Age</u>	<u>Mean Score</u>	<u>S.D.</u>
7	8	3.5
8	17	3.0
9	22	2.0
10	26	2.5
11	28	3.0
12 & over	32	4.0

Figura 2: Punteggio medio per fascia di età, data dal test originale.^[4]

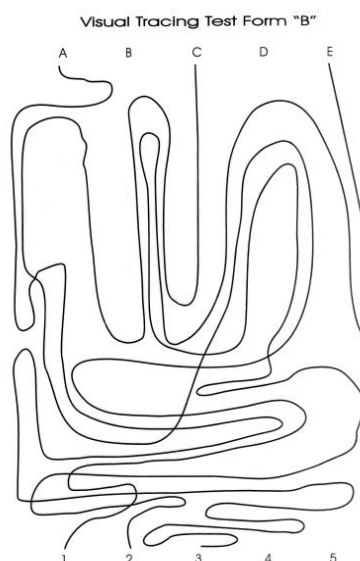
Scopi e materiali

È scopo di questa Tesi indagare sulla possibilità che, in certe fasce d'età, si evidenzino un'eccessiva difficoltà del test. Per questo motivo è stata operata una semplificazione del test originale^[3], portando da cinque a tre le linee da seguire (Schede 5 e 6).

Il test da me usato è pertanto composto un protocollo di valutazione e sei schede, a fronte delle quattro schede originali.



Scheda 5: Scheda "A" semplificata.



Scheda 6: Scheda "B" semplificata.

Il mio obiettivo è stato quello di verificare la presenza di questa eccessiva difficoltà, e la possibilità di effettuare una taratura e uno scoring italiano diviso in fasce d'età, per validare la versione a tre linee.

Il presente lavoro ha come base dei dati presi sia nello studio in cui ho svolto il tirocinio, sia durante uno screening visivo nella scuola elementare di Adro (BS). I dati sono stati acquisiti tra il 7 agosto 2019 e il 15 novembre 2019; i test sono stati proposti a persone individuate tra gli utenti del Centro Ottico, e in 40 bambini di terza elementare della scuola di Adro. I soggetti presi in considerazione hanno età variabile da cinque a sessantacinque anni e sono stati suddivisi in fasce d'età.

Uno dei limiti, ma che deve essere visto come un punto di partenza per approfondimenti e integrazioni successive, è la composizione del campione. Si tratta di persone legate a una precisa area geografica, e non ben distribuite lungo le varie fasce d'età.

Sebbene la distribuzione non sia omogenea, il campione è corposo, costituito da 129 persone. L'analisi è basata principalmente sulle medie. È stato analizzato sia il tempo impiegato per ogni test, sia il tempo medio per ogni linea; tale approccio è stato seguito sia nel test a tre linee sia in quello a cinque linee.

I test sono stati eseguiti da un unico operatore, con il medesimo strumento di misurazione e in un illuminamento ambientale di almeno 300 Lux. È stato usato un leggio, sempre dello stesso tipo e con la medesima inclinazione. I soggetti erano seduti comodamente, ben dritti, con i gomiti appoggiati al tavolo, davanti al leggio, alla distanza di circa 40 cm.

La scelta del test “A” o “B” è stata casuale, ma è stato sempre eseguito prima il test a tre linee e poi quello a cinque, seguendo l’ordine A-C-E-B-D, per rendere più confrontabili tra loro le versioni a tre e cinque linee, soprattutto perché il fattore distrazione ha influenzato notevolmente i risultati di alcuni soggetti.

I tempi misurati sono stati segnati con centesimi di secondo, riportandoli su una scheda personale e poi sono stati riportati in un file di Excel.

Le analisi sono state eseguite mediante il programma RStudio^[8]. Sono riportati i relativi grafici.

3. Analisi statistica

Sono stati esaminati 142 soggetti, che sono stati divisi in “adulti” e “bambini”, ponendo il limite al tredicesimo anno compiuto. I soggetti identificati come bambini sono la parte di popolazione che frequenta la scuola primaria e la secondaria di primo grado. Questa divisione è stata considerata per identificare i soggetti in età evolutiva scolare, a cui originariamente Groffman ha fatto riferimento.

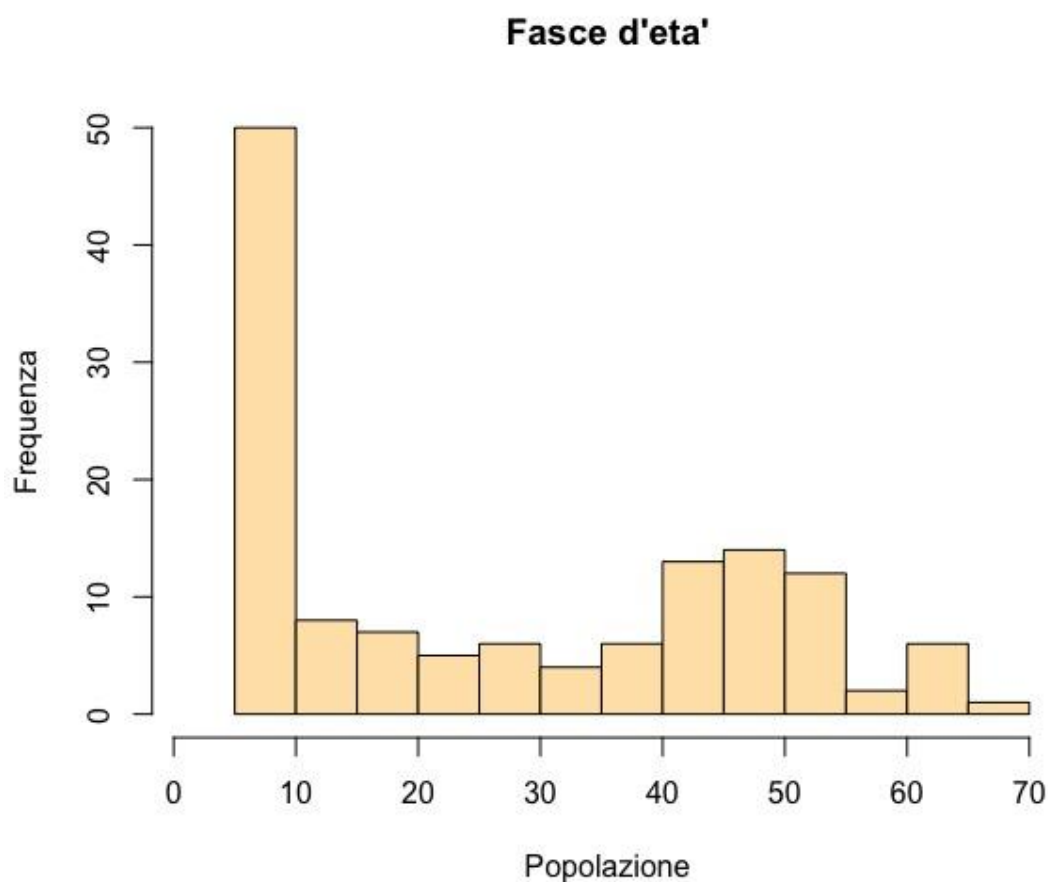


Figura 3: Grafico della popolazione in esame

Due bambini del Centro Ottico hanno eseguito la prova due volte. Uno perché la prima volta era decisamente stanco e poco collaborativo (e quindi i risultati non sono stati considerati), quindi è stata proposta una seconda prova a una settimana di distanza, che ha dato risultati accettabili in termini di collaborazione. L'altra bambina è stata valutata e poi rivalutata a distanza di alcune settimane.

Alcuni risultati, in fase di analisi, sono stati esclusi a causa di un' esecuzione non conforme al protocollo o motivo di una scarsa partecipazione, con un soggetto era particolarmente svogliato, non attento o non collaborativo nel caso dei bambini più piccoli. (vedi *Tabella 1*)

Per avere chiaro, a distanza di tempo, chi avesse avuto problemi in questo senso, le schede sono state segnate durante le prove.

Nei bambini è stata rilevata una maggiore compliance al compito quando la prova è stata eseguita in studio in studio, rispetto a quelle eseguite nella scuola, ciò è accaduto perché i bambini accompagnati da un genitore o un parente in studio sono più “sotto controllo” durante lo svolgimento del test, e anche perché si tratta di bambini già abituati a eseguire compiti sotto le direttive di una figura professionale, in quanto caso optometrico.

Il numero maggiore di dati raccolti ed esclusi è stato quello del gruppo dei bambini di terza della scuola di Adro. La principale causa sembra essere la distrazione (nella stanza erano presenti altri bambini), ma alcuni bambini erano chiaramente in difficoltà, sia perché non avevano prestato troppa attenzione durante la spiegazione del compito, sia perché hanno trovato il test molto difficile e ad un certo punto si sono “arresi”, rispondendo in modo vago e casuale.

Tabella 1: Composizione del campione per età.

	Somministrati	Considerati
Totali	144	129
Adulti	80	77
Bambini (totale)	64	52
Bambini di terza elementare	40	32

La distribuzione dei 129 dati utili ha evidenziato che, nel test a tre linee, 69 soggetti hanno svolto il test “A” e 60 soggetti il test “B”; mentre, nel test a cinque linee, 65 persone hanno svolto il test “A” e 63 soggetti il “B”. Nei test a cinque

linee risultano effettuati test a 128 persone: a un bambino di cinque anni, infatti, è stata somministrata solo la versione a tre linee.

L'analisi statistica è stata realizzata effettuando un'ulteriore scrematura dei dati. Alcuni soggetti, durante la prova, hanno ricominciato a seguire una linea dopo che avevano perso il segno, altri non hanno portato a termine la prova per una o più linee. Durante la prova l'operatore ha segnato questi comportamenti sul foglio delle risposte e tali risultati sono stati eliminati per raggiungere un esito statistico più reale.

Nella *Tabella 2* sono riportati il numero effettivo di dati analizzati.

Tabella 2: Numero di dati considerati per ogni singola riga.

	3 linee "A"			3 linee "B"			5 linee "A"					5 linee "B"				
	A	C	E	A	C	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Totale dei valutati	66	61	66	59	53	55	62	54	50	60	58	57	53	58	57	47
Adulti	36	34	37	39	36	38	39	36	29	38	37	33	36	34	36	30
Bambini	30	27	29	20	17	17	23	18	21	22	21	24	17	24	21	17
Bambini di terza elementare	17	14	16	13	11	11	13	8	11	12	12	13	8	13	12	9

I dati riportati sono comprensivi delle linee eseguite correttamente anche se poi la risposta del soggetto si è rivelata errata. Quindi quando il soggetto ha sbagliato il numero di arrivo alla fine della pagina, ma la sua prova è stata svolta correttamente. Ciò comporta un errore da parte del sistema oculomotorio e del suo controllo, ma il soggetto ha portato a termine la prova correttamente. È stata fatta quindi un'ulteriore scrematura, conservando solo le risposte esatte dei test correttamente eseguiti.

Nella *Tabella 3* sono riportati il numero di test eseguiti con risposte esatte divisi tra le varie linee.

Tabella 3: Numero di dati con risposte esatte divise tra le varie linee

	3 linee "A"			3 linee "B"			5 linee "A"					5 linee "B"				
	A	C	E	A	C	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Totale dei valutati	53	49	60	47	52	47	49	39	27	28	48	43	31	38	37	25
Adulti	32	29	34	35	36	32	36	26	19	20	33	29	24	27	21	18
Bambini	21	20	25	12	16	15	12	12	7	8	14	14	8	11	16	7
Bambini di terza elementare	11	9	14	8	11	9	7	6	5	4	9	6	2	7	7	3

Nel gruppo dei bambini, soprattutto in quelli di terza e tra le schede a cinque linee, risulta un numero molto basso di risposte corrette. È evidente che per i bambini risulta difficile eseguire la prova con dei buoni risultati in caso di test a cinque linee.

Sono state quindi riportate in diverse tabelle (*Tabella 4, 5, 6, 7*) le percentuali di errori per ogni gruppo di soggetti esaminati, divise per prova e tipo di scheda utilizzata.

Tabella 4: Percentuale di errori riferiti a ogni singola linea

	A	B	C	D	E
3 "A"	19.70		19.67		10.61
3 "B"	20.34		1.89		14.55
5 "A"	20.97	27.78	46.00	53.33	17.24
5 "B"	24.56	41.51	34.48	33.33	46.81

Tabella 5: Percentuale di errori degli adulti riferiti a ogni singola linea

	A	B	C	D	E
3 "A"	11.11		14.71		8.11
3 "B"	10.26		0		15.79
5 "A"	7.69	27.78	34.48	47.37	10.81
5 "B"	12.12	33.33	20.59	41.67	40.00

Tabella 6: Percentuale di errori dei bambini riferiti a ogni singola linea

	A	B	C	D	E
3 "A"	37.5		29.63		16.67
3 "B"	40.00		5.88		11.76
5 "A"	45.45	29.41	65.00	61.90	30.00
5 "B"	41.67	52.94	54.17	23.81	58.82

Tabella 7: Percentuale di errori dei bambini di terza elementare riferiti a ogni singola linea

	A	B	C	D	E
3 "A"	35.29		35.71		12.5
3 "B"	38.46		0		18.18
5 "A"	46.15	25.00	54.55	66.67	25.00
5 "B"	53.85	75.00	46.15	41.67	66.67

Successivamente i dati sono stati riportati in grafici (Figg.4-7).

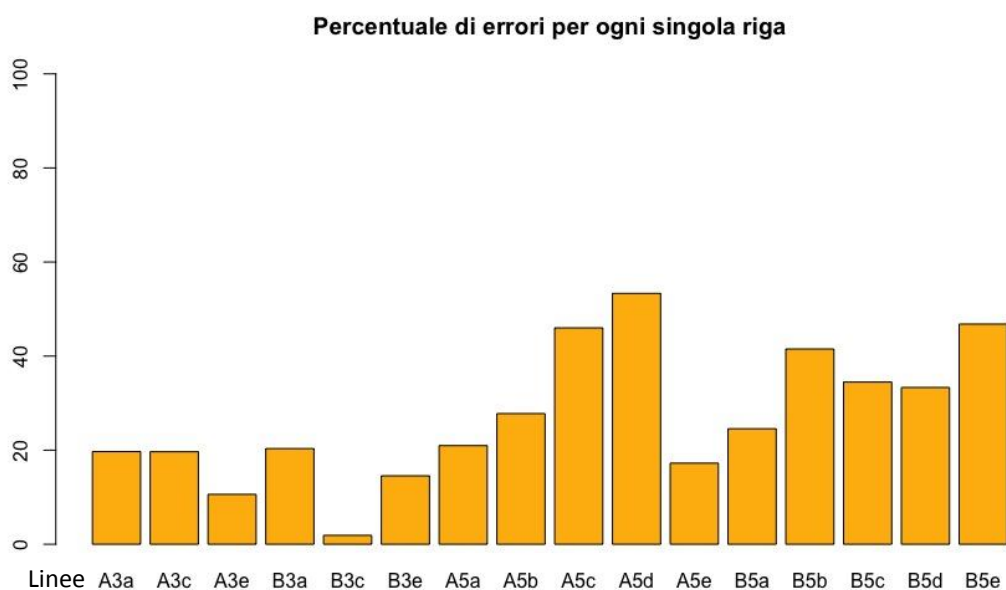


Figura 4: Grafico della percentuale degli errori per ogni singola riga riferito al totale del campione.

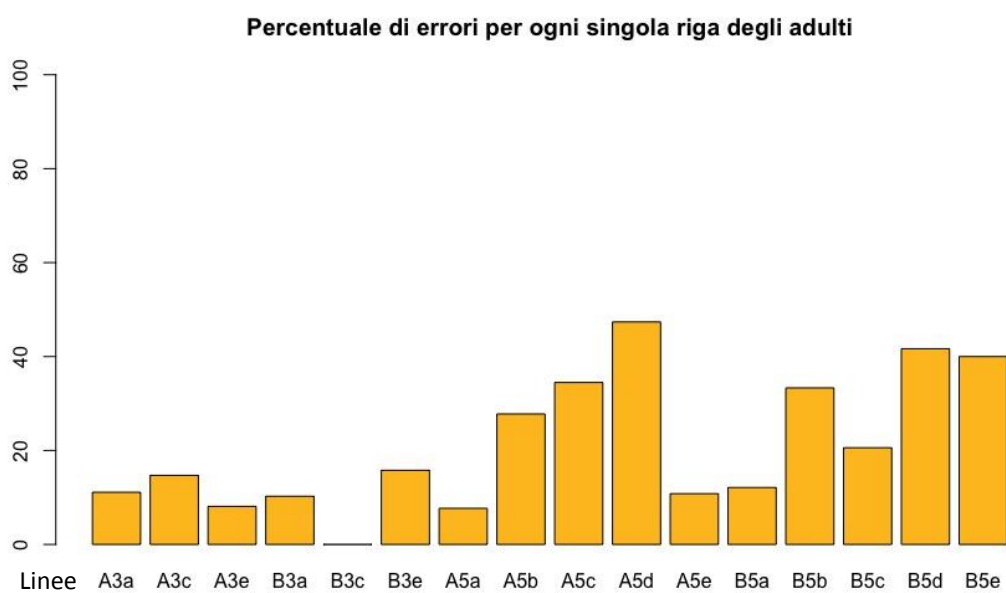


Figura 5: Grafico della percentuale degli errori per ogni singola riga riferito al gruppo degli adulti

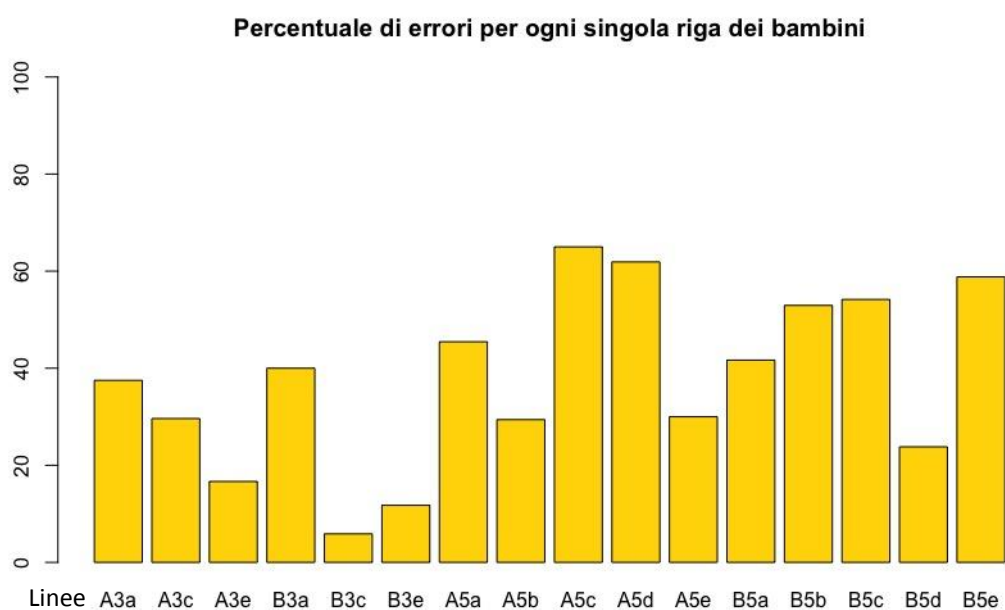


Figura 6: Grafico della percentuale degli errori per ogni singola riga riferito al gruppo dei bambini

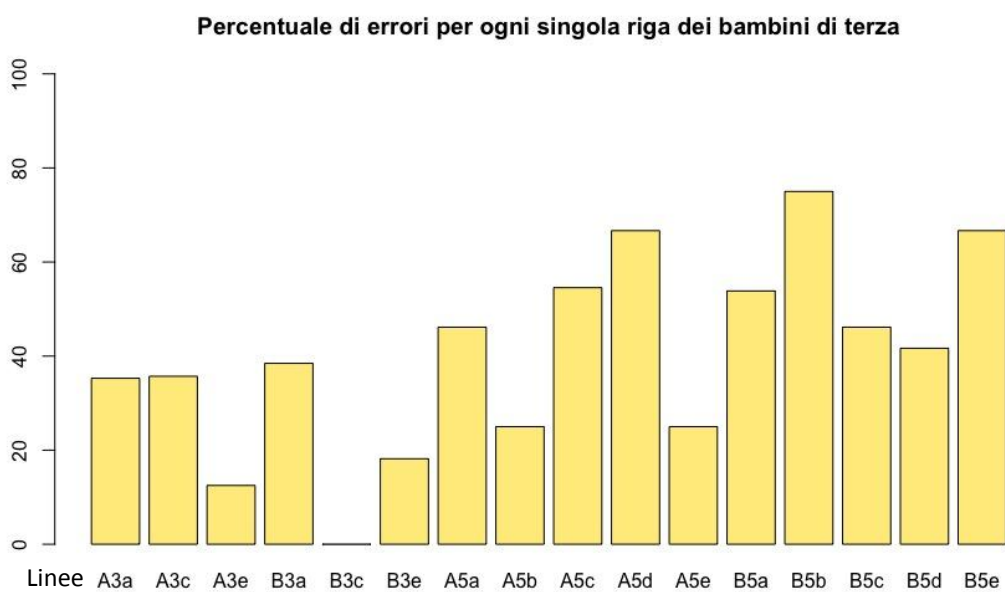


Figura 7: Grafico della percentuale degli errori per ogni singola riga riferito al gruppo dei bambini di terza

Sono stati riportati in due grafici le percentuali di errore del gruppo dei bambini a cui sono state sovrapposte le percentuali del gruppo dei bambini di terza (*Figura 8*) e poi le percentuali di errore del gruppo degli adulti (*Figura 9*).

I due grafici hanno valore di comparazione tra le percentuali di errore per evidenziare eventuali discrepanze o similitudini.

Confronto tra la percentuale degli errori dei bambini e dei bambini di terza

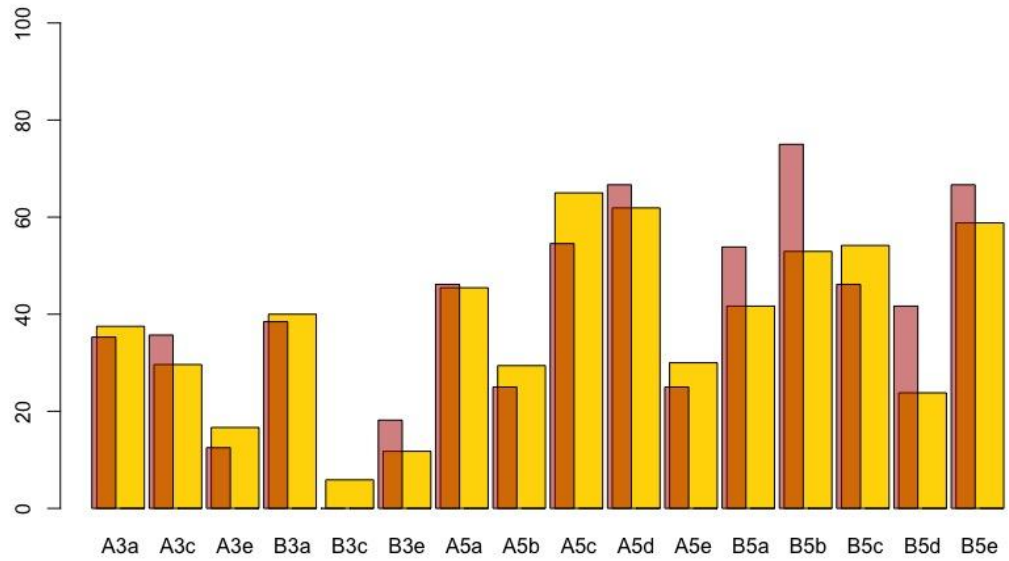


Figura 8: Grafico di confronto tra la percentuale degli errori del gruppo dei bambini (in giallo) e la percentuale degli errori del gruppo dei bambini di terza (in rosso)

Confronto tra la percentuale degli errori dei gruppi degli adulti e dei bambini

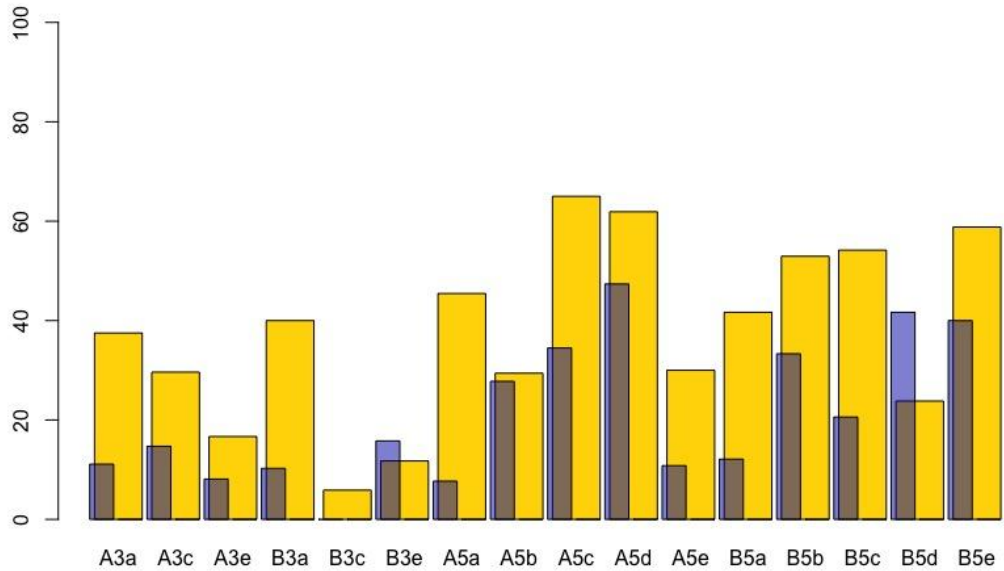


Figura 9: Grafico di confronto tra la percentuale degli errori del gruppo dei bambini (in giallo) e la percentuale degli errori del gruppo degli adulti (in blu)

Sono state quindi analizzate le medie degli errori relative alle singole linee di ognuno dei quattro gruppi.

Successivamente sono state analizzate le medie per ogni linea senza errori.

Tabella 8: Media di tempo per singola riga del totale del campione.

	A	B	C	D	E
3 "A"	13.28		17.45		12.50
3 "B"	11.20		11.76		13.28
5 "A"	20.84	23.67	29.16	23.55	16.93
5 "B"	15.78	21.09	20.80	25.18	26.82

Tabella 9: Media di tempo per singola riga del gruppo degli adulti

	A	B	C	D	E
3 "A"	11.91		14.96		11.02
3 "B"	10.65		11.08		11.96
5 "A"	17.57	23.14	29.56	24.94	16.76
5 "B"	14.44	19.74	19.76	24.22	25.04

Tabella 10: Media di tempo per singola riga del gruppo dei bambini.

	A	B	C	D	E
3 "A"	14.92		20.75		14.38
3 "B"	12.28		13.24		16.22
5 "A"	27.08	25.61	29.45	21.76	17.73
5 "B"	17.63	23.93	22.27	26.82	29.96

Tabella 11: Media di tempo per singola riga del gruppo dei bambini di terza elementare.

	A	B	C	D	E
3 "A"	14.41		15.37		13.04
3 "B"	11.69		12.24		16.51
5 "A"	17.65	19.76	20.36	20.86	15.96
5 "B"	15.14	24.28	19.17	27.39	21.55

Tabella 12: Media di tempo per singola riga del totale del campione senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	12.93		16.51		12.31
3 "B"	11.22		11.44		13.03
5 "A"	17.26	22.91	25.80	22.63	16.42
5 "B"	15.56	19.30	18.26	23.14	20.42

Tabella 13: Media di tempo per singola riga del gruppo degli adulti senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	12.10		14.95		10.93
3 "B"	10.38		11.08		11.53
5 "A"	16.64	22.67	23.20	22.45	16.50
5 "B"	14.72	17.79	17.48	21.13	19.36

Tabella 14: Media di tempo per singola riga del gruppo dei bambini senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	14.20		18.78		14.18
3 "B"	13.67		12.24		16.24
5 "A"	19.61	24.53	34.90	23.03	16.91
5 "B"	17.29	23.65	20.19	25.77	23.16

Tabella 15: Media di tempo per singola riga del gruppo dei bambini di terza elementare senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	13.24		15.29		12.52
3 "B"	12.13		12.24		16.60
5 "A"	15.90	19.80	23.66	24.28	15.32
5 "B"	17.89	24.52	18.87	25.40	19.79

Sono stati quindi elaborati vari grafici, ognuno dei quali mostra la comparazione tra uno dei quattro gruppi (totale del campione, adulti, bambini, e bambini della classe terza), con linee di vari colori che evidenziano le differenze tra i relativi dati.

Per una comparazione più immediata, sono state successivamente riportate nello stesso grafico le medie dei tempi di esecuzione nelle schede del test con 5 linee relative alle sole linee comuni (linee A, C, E).

Medie del test A a 3 linee: tempo impiegato

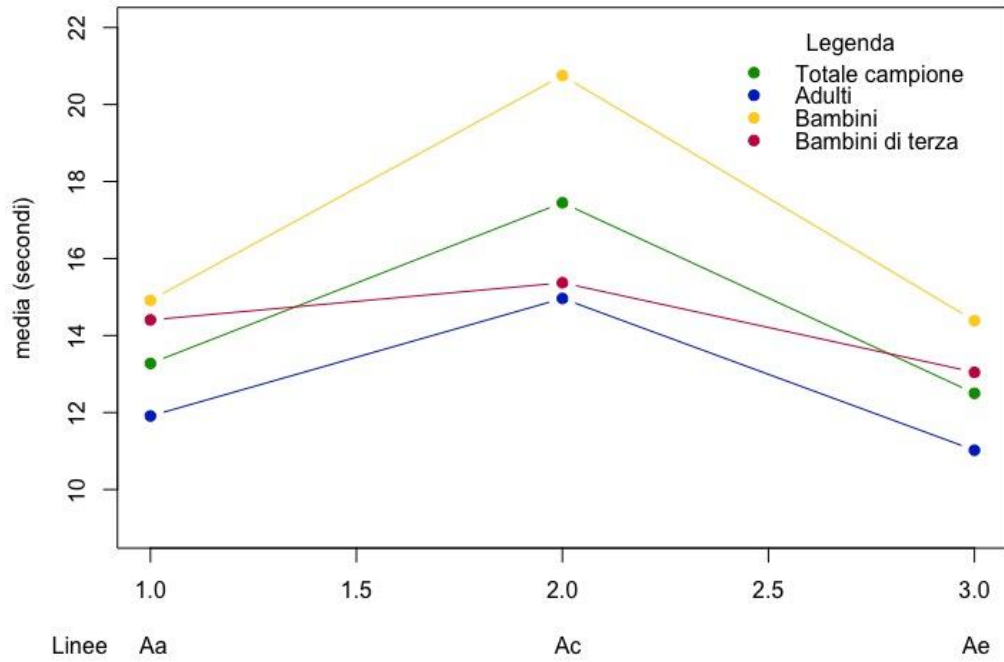


Figura 10: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 3 linee

Medie del test B a 3 linee: tempo impiegato

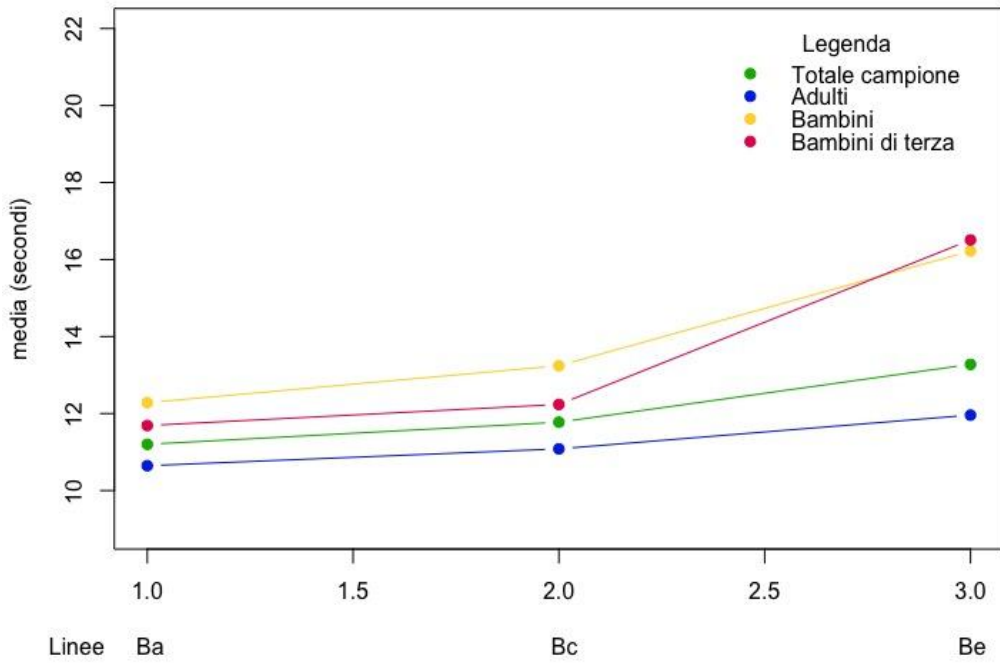


Figura 11: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 3 linee

Medie del test A a 5 linee: tempo impiegato

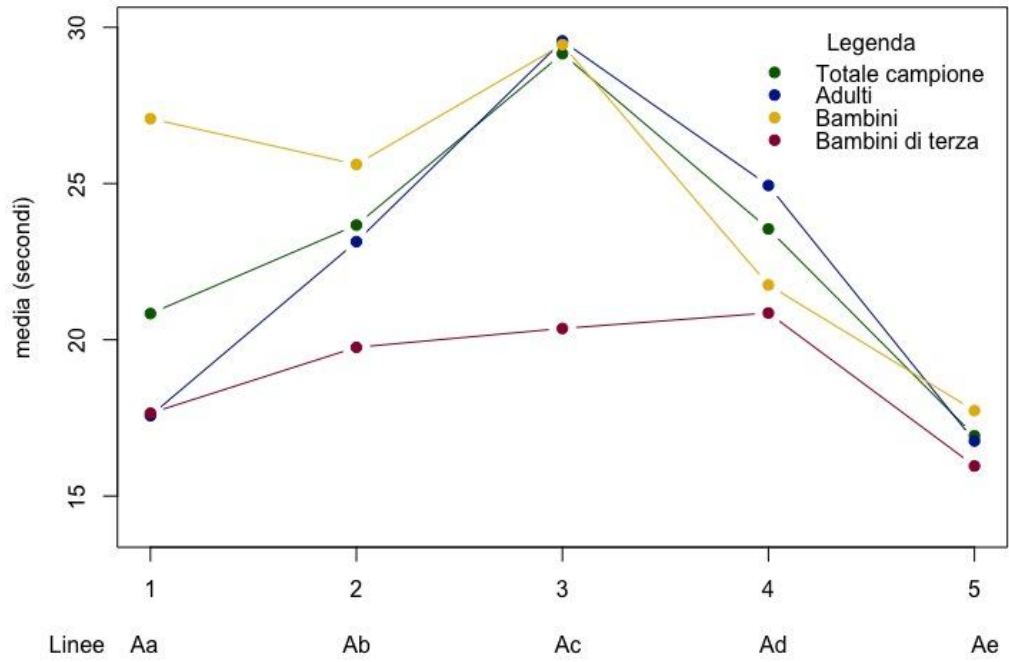


Figura 12: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 5 linee

Medie del test B a 5 linee: tempo impiegato

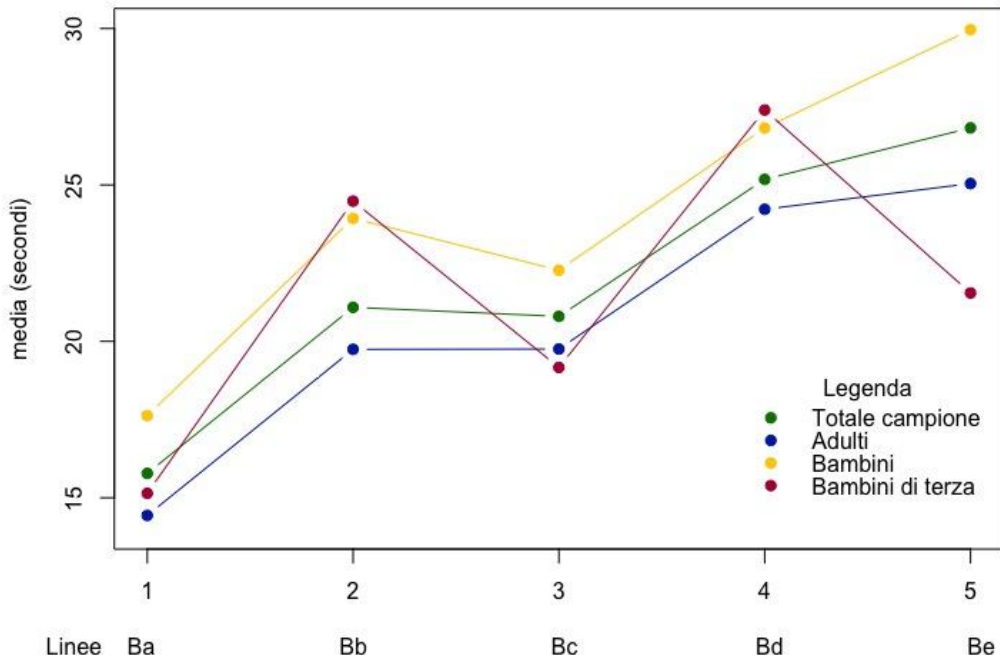


Figura 13: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 5 linee

Medie del test A a 5 linee, solo linee A, C, E: tempo impiegato

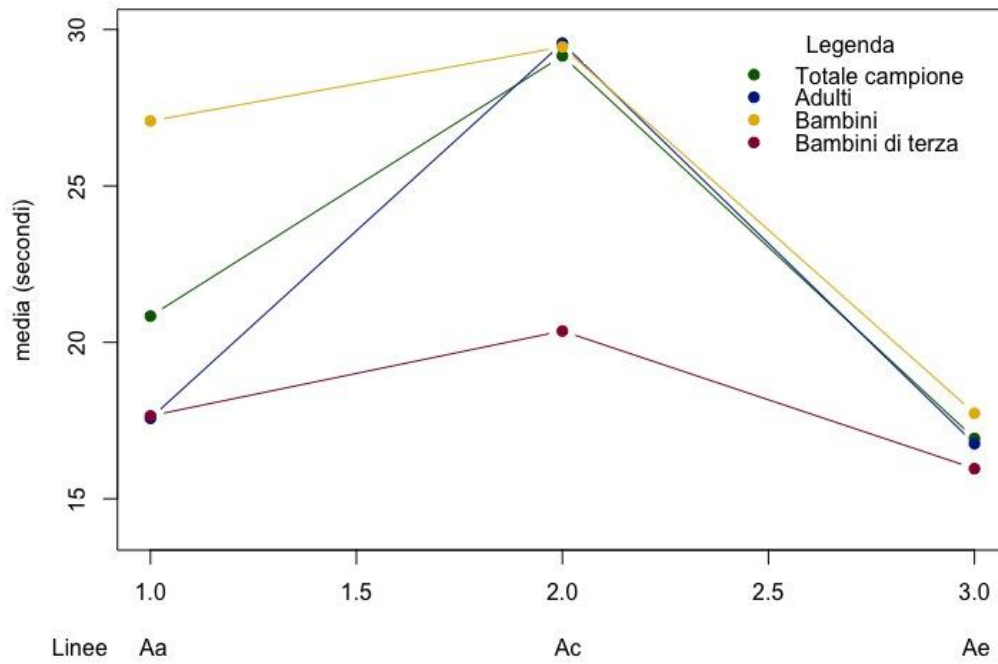


Figura 14: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 5 linee, solo linee A, C ed E

Medie del test B a 5 linee, solo linee A, C, E: tempo impiegato

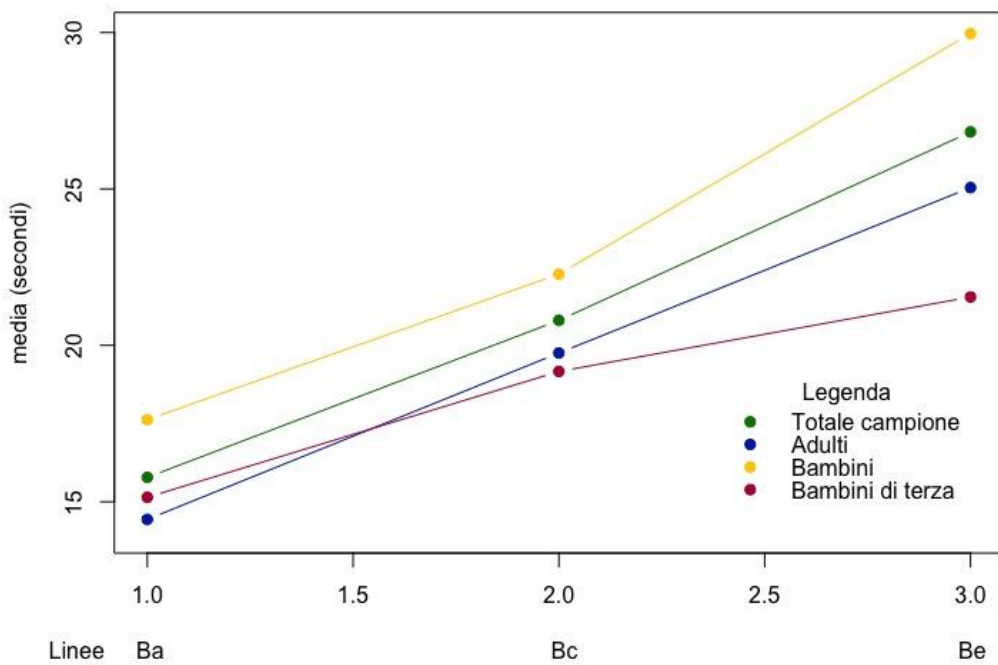


Figura 15: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 5 linee, solo linee A, C ed E

Sono stati messi in un grafico i dati che hanno evidenziato una risposta corretta senza errori.

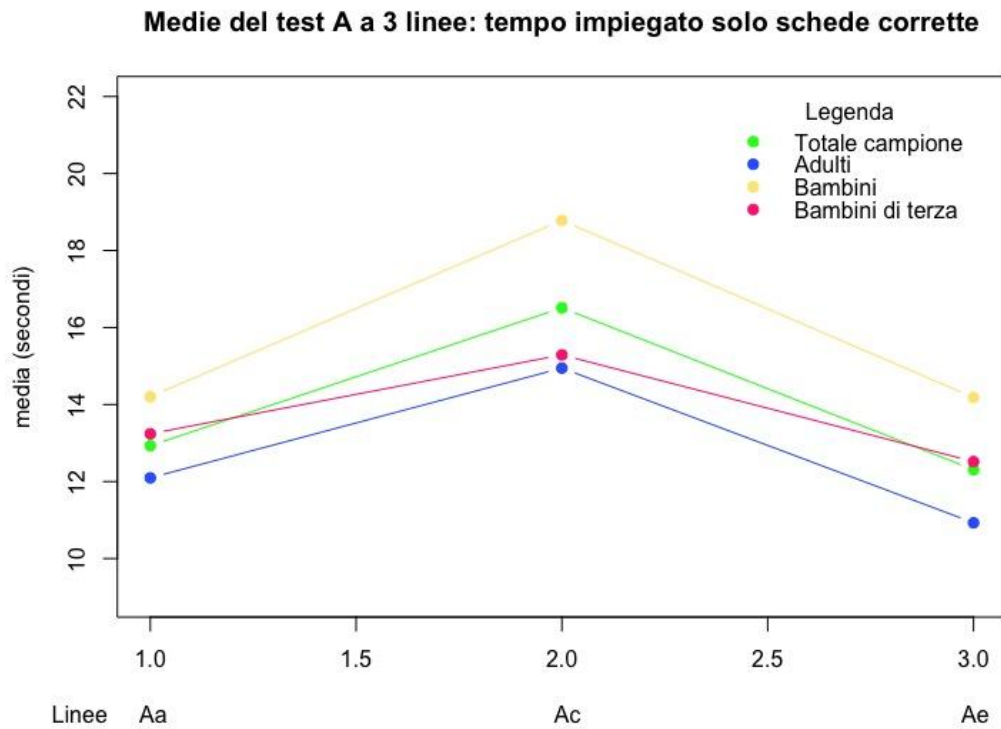


Figura 16: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 3 linee, solo schede corrette

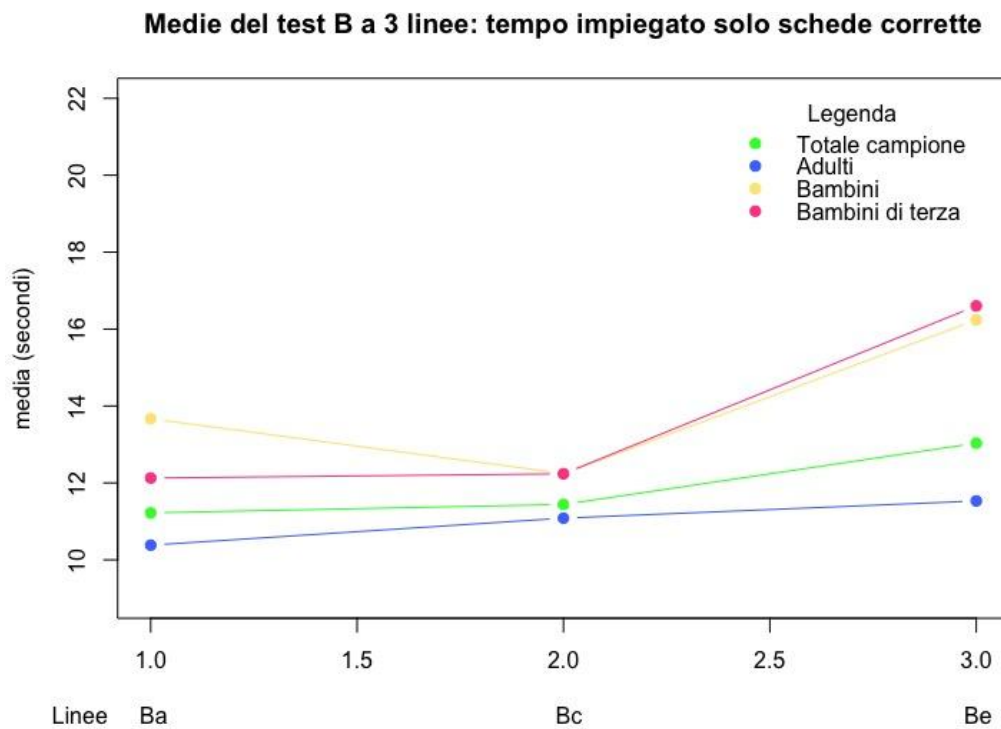


Figura 17: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 3 linee, solo schede corrette

Medie del test A a 5 linee: tempo impiegato solo schede corrette

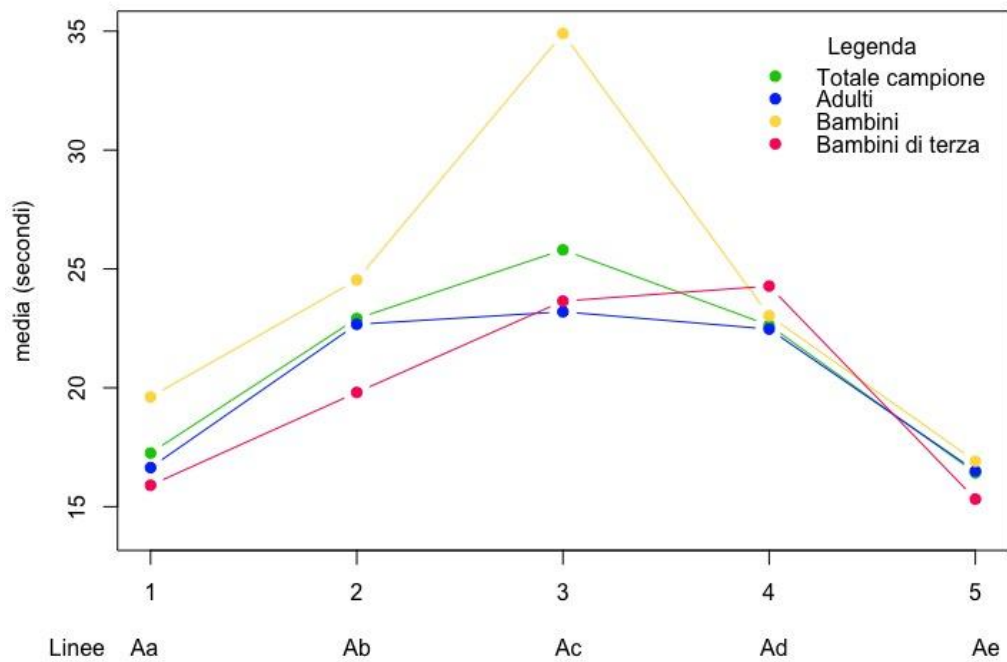


Figura 18: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 5 linee, solo schede corrette

Medie del test B a 5 linee: tempo impiegato solo schede corrette

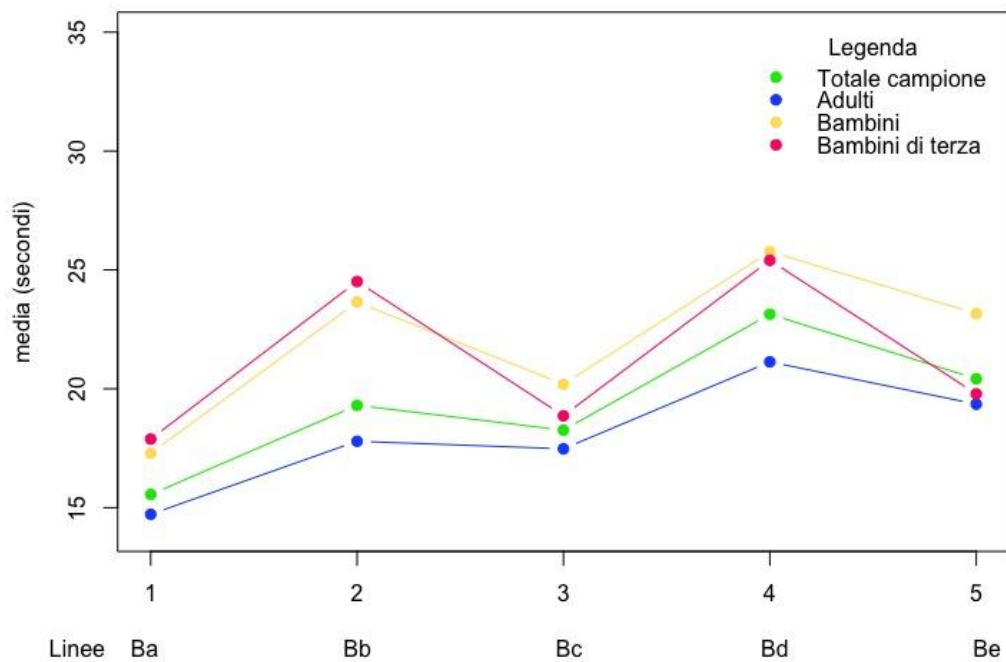


Figura 19: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 5 linee, solo schede corrette

Medie del test A a 5 linee, solo linee A, C, E: tempo impiegato solo s. corrette

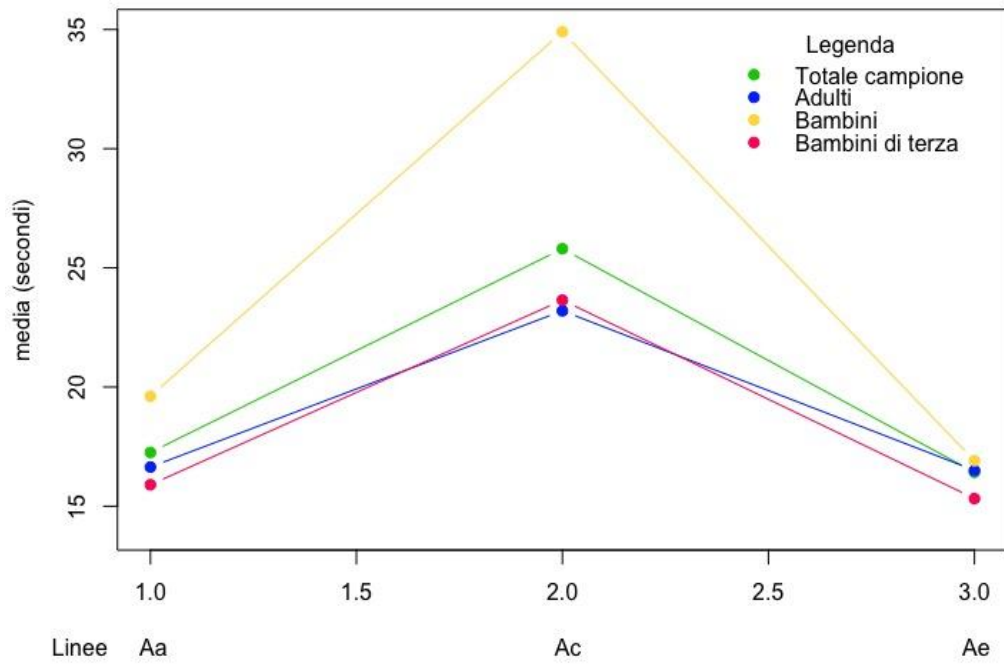


Figura 20: Grafico delle medie del tempo impiegato del test A a 5 linee, solo linee A, C ed E, solo schede corrette

Medie del test B a 5 linee, solo linee A, C, E: tempo impiegato solo s. corrette

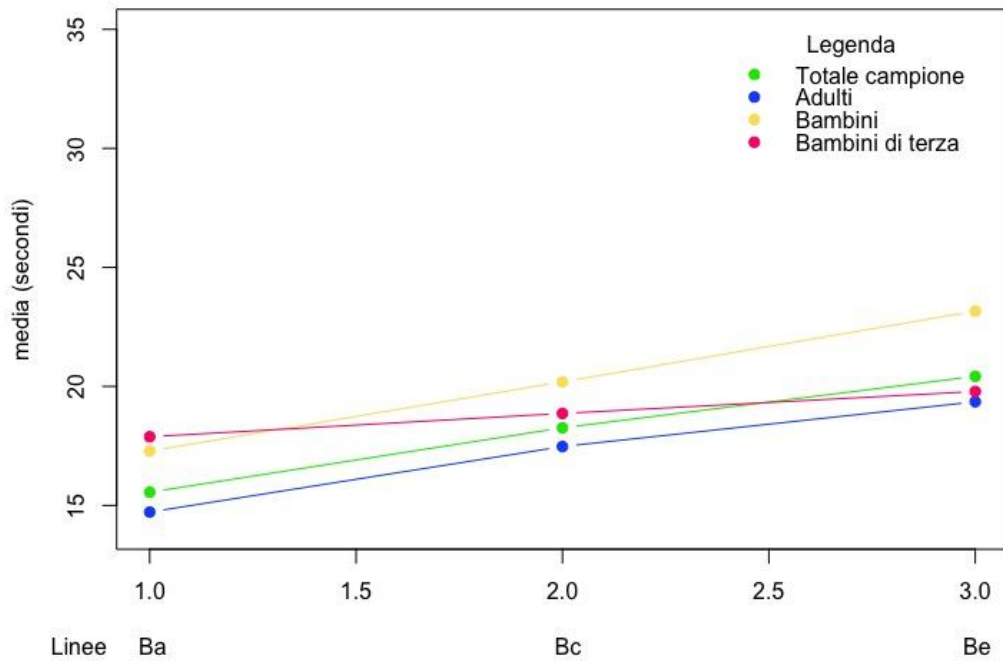


Figura 21: Grafico delle medie del tempo impiegato del test B a 5 linee, solo linee A, C ed E, solo schede corrette

È stata quindi eseguita una comparazione tra le medie dei tempi relativi alle linee comuni (A, C ed E) per le schede “A” e “B”, sia con errori sia senza errori, per ogni gruppo di soggetti.

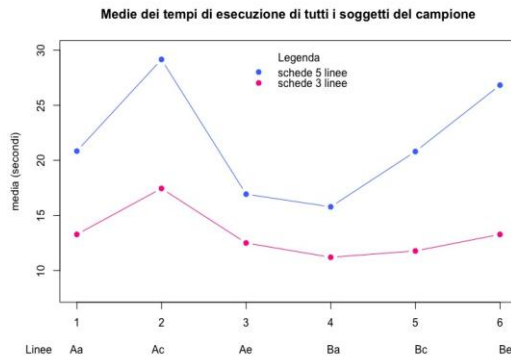


Figura 22: Grafico della media dei tempi di esecuzione del totale del campione

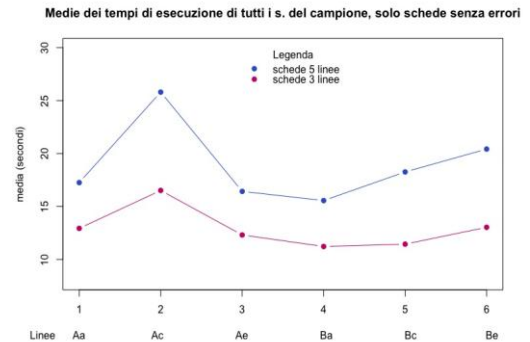


Figura 23: Grafico della media dei tempi di esecuzione del totale del campione, solo schede senza errori

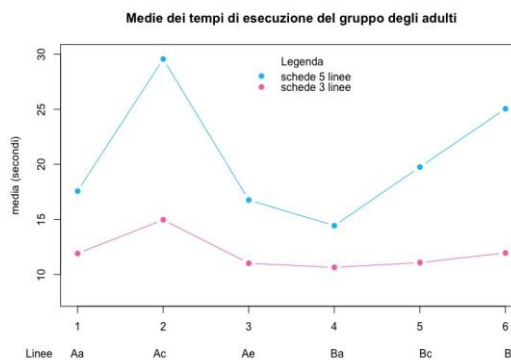


Figura 24: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo degli adulti

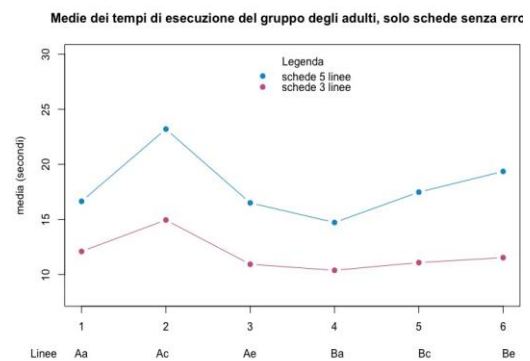


Figura 25: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo degli adulti, solo schede senza errori

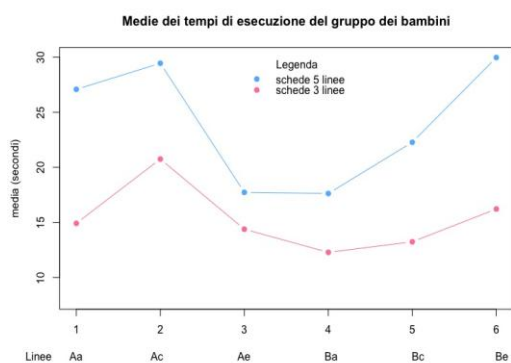


Figura 26: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo dei bambini

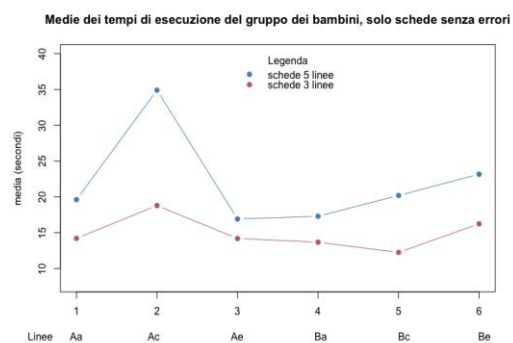


Figura 14: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo dei bambini, solo schede senza errori

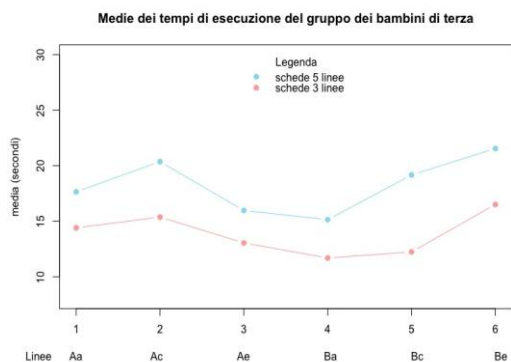


Figura 15: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo dei bambini di terza elementare

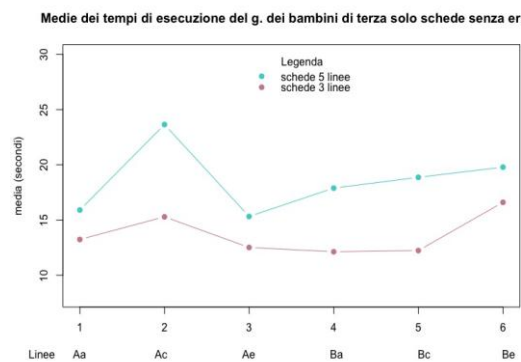


Figura 16: Grafico della media dei tempi di esecuzione del gruppo dei bambini di terza elementare, solo schede senza errori

4. Analisi dei dati

Analisi delle percentuali di errore nei gruppi

A partire dall'analisi delle percentuali degli errori è stata confermata una decisa difficoltà nell'esecuzione, soprattutto nei gruppi dei bambini e dei bambini di terza elementare (*Tabelle 4-7*).

Nel gruppo dei bambini la percentuale di errori è decisamente più alta. In generale, comunque, le schede a cinque linee hanno evidenziato una percentuale maggiore di errori, in particolare nella scheda "B" a cinque linee, dove, negli adulti, in tre linee è stata riportata una percentuale di errore superiore al 30% (in giallo, *Tabella 5*), e nei bambini una percentuale di errore di oltre il 50% (in rosa, *Tabelle 6,7*).

Nelle schede a tre linee si è riscontrata una difficoltà nella linea A.

In entrambe le schede a cinque linee, la linea D risulta decisamente problematica per una elevata percentuale di soggetti.

Va rimarcata una globale buona esecuzione della della linea C nel test "B" in tutti i soggetti.

Sono stati confrontati i dati tra i due diversi gruppi di bambini (totale dei bambini e solo quelli di terza elementare) e tra il gruppo dei bambini e quello degli adulti. Il primo grafico (*Fig. 8*) evidenzia come i due gruppi abbiano differenze lievi. Le percentuali risultano elevate e le difficoltà più marcate sono nelle ultime righe dei test a cinque linee.

Il secondo grafico (*Fig. 9*) riporta gli errori degli adulti e quelli dei bambini. Gli errori sono proporzionati, in linea con una percentuale più alta di errori di un gruppo corrisponde una percentuale similmente più alta nell'altro. Solo in due casi gli errori degli adulti risultano maggiori di quelli dei bambini: uno è nella linea E del test "B" a tre linee, con uno scarto comunque piuttosto basso; l'altro nella linea D del test "B" a cinque linee.

Analisi delle medie dei tempi di esecuzione

Le *Tablelle 8-11* raccolgono le medie dei tempi di esecuzione comprese delle schede completate secondo protocollo, ma a cui si è giunti a un risultato errato. Le *Tablelle 12-15* raccolgono le medie dei tempi di esecuzione delle sole schede corrette.

Groffman elabora^[3] una tabella per l'elaborazione del risultato mediante un'assegnazione di punteggi in base al tempo impiegato. Nelle *Tablelle 16-19* sono riportati i valori che Groffman assegna alla media dei tempi per singola riga.

Il campione da me studiato ha una media di 28,5 anni, il gruppo dei bambini ha una media di 8,22 anni.

Tabella 16: Valutazione Groffman per singola riga del totale del campione senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	10		9		10
3 "B"	10		10		10
5 "A"	9	8	7	8	9
5 "B"	10	9	9	8	8

Tabella 17: Valutazione Groffman per singola riga del gruppo degli adulti senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	10		10		10
3 "B"	10		10		10
5 "A"	9	8	8	8	9
5 "B"	10	9	9	8	9

Tabella 18: Valutazione Groffman per singola riga del gruppo dei bambini senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	10		9		10
3 "B"	10		10		9
5 "A"	9	8	6	8	9
5 "B"	9	8	9	7	8

Tabella 19: Valutazione Groffman per singola riga del gruppo dei bambini di terza elementare senza errori.

	A	B	C	D	E
3 "A"	10		10		10
3 "B"	10		10		9
5 "A"	10	9	8	8	10
5 "B"	9	8	9	7	9

I punteggi ottenuti sono in linea con quelli presentati da Groffman, ciò implica una buona esecuzione del test e una valutazione ancora attuale.

La versione a tre linee del test risulta di più rapida esecuzione, sicuramente per il minore affollamento.

A questo punto si può dedurre che la difficoltà del test deriva dalla grande quantità di errori commessi più che da una mancanza di valutazione adeguata.

Dall'elaborazione dei grafici delle linee divise per scheda senza errori (*Figg. 17,19,21,23*) si nota che entrambe le schede a cinque linee evidenziano tempi di esecuzione per riga abbastanza vicini tra loro, con l'eccezione della linea C della scheda "A", che riporta tempi elevati, per ciascuno dei quattro gruppi considerati. Nei grafici delle linee divise per scheda che prendono in considerazione gli errori (*Figg. 16,18,20,22*) l'andamento è meno lineare.

Dall'elaborazione dei grafici di comparazione tra le linee comuni alle schede a tre e a cinque linee si evince un allineamento verticale, notevole nei grafici alle *Figure 22, 24, 26, 28* che dimostra, come riportato da Groffman^[3], un miglioramento dei tempi con l'aumentare dell'età dei soggetti. L'allineamento implica una relativa uguaglianza nella difficoltà di una linea rispetto alle altre.

Si può facilmente notare dai grafici alle *Figure 23, 25, 27, 29* che le schede a tre linee sono abbastanza allineate orizzontalmente, con la sola eccezione della linea C della scheda "A" che risulta avere un tempo medio molto più alto rispetto alle altre.

La linea C della scheda "A" a tre linee riporta anche una percentuale di errore più elevata rispetto a quella della scheda "B" a tre linee, con una percentuale di errore superiore al 30% nei bambini di terza elementare (*Tabella 7*). Si può pensare che sia particolarmente impegnativa, vista anche la scarsa presenza di affollamento.

Le schede a cinque linee, che come è già stato sottolineato, portano percentuali di errore molto alti, richiedono anche molto più tempo per essere eseguite, pur restando entro i parametri definiti da Groffman^[3].

5. Conclusioni

Si può concludere che per quanto i tempi di esecuzione del test semplificato per tutti i quattro gruppi di soggetti non siano risultati essere molto diversi da quelli rilevati da Groffman (*cfr Figure 1, 2*), la presenza di affollamento aumenta la possibilità di errore.

Le percentuali di errore si sono rivelate essere molto alte, con picchi di oltre il 70% nei bambini di terza elementare (*Tabella 7*).

Ciò evidenzia quali siano i limiti della valutazione proposta da Groffman, infatti vengono considerati solo i tempi di esecuzione e la compliance al protocollo da parte del soggetto esaminato, e non si valutano gli errori derivati dalla presenza dell'affollamento.

Le due schede "A" e "B" a tre linee hanno messo in evidenza una facilitazione nell'esecuzione che determina sia una percentuale di errore più bassa, sia tempi di esecuzione più rapidi. Nel gruppo dei bambini e in quello dei bambini di terza elementare l'esecuzione della linea "A" di entrambe le schede risulta poco significativa all'analisi statistica, poiché i bambini stavano cercando di capire il compito assegnato loro.

6. Bibliografia e sitografia

1. G. Brebbia, *Valutazione sperimentale del Groffman Visual Tracing Test*, tesi di Laurea, IRSOO, 2016/2017, rel. A. Facchin.
2. G. Brebbia, A. Facchin, *Applicazione del Groffman Visual Tracing test in adulti e bambini*, in *L'ottico (IRSOO)*, n.369, 2019, 64-69.
3. A. Facchin, L. Giordano, G. Brebbia, S. Maffioletti, *Application, limits, scoring and improvements of Groffman Visual Tracing test*, in *Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science*, volume 13, n.1, luglio 2020, 2-9.
4. S. Groffman, *Visual tracing*, in *Journal of the American Optometric Association*, volume 37, n.2, febbraio 1966, pp. 139-141.
5. S. Groffman, *Correlation between cognitive processing and ocular motility*, in *Optometry and Vision Science*, volume 70, n.5, 380-383.
6. T. Llewellyn, D. Ellemberg, D. Maurer, F. Wilkins, H.R. Wilson, M. Dirks, H.P. Brent, *Sensitivity to global form in glass patterns after early visual deprivation in humans* in *Vision Research*, volume 42, n.8, aprile 2002, pp. 939-948.
(estratto al sito <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004269890200041X>)
7. T. Malloy-Miller, H. Polatajko, B. Anstett, *Handwriting error patterns of children with mild motor difficulties*, in *Canadian Journal of Occupational Therapy (CJOT)*, volume 62, n.5, dicembre 1995, pp.258-267.
(estratto al sito <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/000841749506200505>).
8. A.D. Milner, M.A. Goodale, *Separate visual pathways for perception and action*, in *TINS*, Elsevier, volume 15, n.1, 1992
9. R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
A special thanks to: Hadley Wickham and Jennifer Bryan (2018). readxl: Read Excel Files. Rpackage version 1.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl/>.
10. J. Reed, J.W. Rogers, *Visuospatial and visuomotor development in Child Neuropsychology: Concepts, Theory, and Practice*, Stati Uniti, Wiley-Blackwell, 2008, capitolo 9, pp.183-217. (estratto al sito https://www.researchgate.net/publication/260598702_Visuospatial_and_Visuomotor_Development).
11. A. Rossetti, P. Gheller, *Manuale di optometria e contattologia*, Bologna, Zanchelli, 2003, pp.1-3, 80-81, 92-95, 102.

Ringraziamenti

In primis ringrazio i miei genitori, perché mi hanno permesso di andarmene lontano a studiare e non sono venuti a riprendermi dopo neanche due mesi, quando mi sono rotta un dito. Anche se so che anche per loro sapermi lontana è stato difficile, sono grata di aver potuto esplorare il mondo da sola.

Ringrazio mia sorella Ilenia, perché è stata la prima a mandarmi a quel paese quando dubitavo di me stessa. I suoi modi diretti mi sono mancati, ma la sua passione per i pisolini anche di più.

Ringrazio mia nonna, che ogni volta che avevo un esame sgranava rosari come se fosse l'unica cosa che funzionasse (e credo che un paio di esami li abbia passati solo grazie a lei).

Ringrazio Lorenzo perché mi è sempre stato accanto, sia tranquillizzandomi mentre andavo in panico prima di un esame, sia quando gli ripeteva per telefono cose di cui non gli importava nulla.

Ringrazio i miei amici di Bergamo, Asia, Marta, Maria Luisa, Greta, Simona, Anna, Benny, Matteo e le due Sofia, perché nonostante la lontananza hanno sempre fatto il tifo per me.

Ringrazio i miei amici e compagni di corso, Francesca, Rebecca, Pietro, Raffaella, le tre Sare, e Maria, perché hanno condiviso tanto con me.

Ringrazio i miei coinquilini, Maddalena, Ivan, Giulio, Francesca, Nino, Giorgia, Alice, Mattia, Serena e Giuseppe, perché hanno saputo creare un ambiente sereno e divertente. Senza di loro sarebbero stati anni molto meno belli. Una menzione speciale va fatta a Sergio e Lauretta, che mi hanno offerto un tetto sopra la testa e cucinato ben tre torte di compleanno.

Infine ringrazio tutto il team del Centro Ottico Maffioletti, perché mi hanno aiutata sia a livello umano, dandomi la possibilità di imparare tanto, ma anche e soprattutto perché mi hanno permesso di svolgere il mio tirocinio e di raccogliere i dati per poter scrivere questa Tesi.