



UNIVERSITÀ DI PISA
Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale
Direttore Prof. Mario Petrini

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE MOTORIE

Presidente: Prof. Gino Santoro

**La palla come stimolo per la valutazione della
forza: confronto in pallavoliste di diverso livello**

RELATORE

Prof. Andrea Cattozzo

CANDIDATO

Giulia Lucchesi

ANNO ACCADEMICO 2014/2015

Abstract.....	4
Introduzione.....	5
1. Pallavolo: sport di situazione e concetto di movimento	6
1.1 Motivazione e teorie dell'incentivo	6
1.2 Le motivazioni dell'atleta.....	7
1.3 L'apprendimento motorio	9
<i>1.3.1 Diversi tipi di apprendimento motorio</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2 Gli stadi dell'apprendimento motorio</i>	<i>11</i>
1.4 Processi di elaborazione delle informazioni	13
<i>1.4.1 L'identificazione degli stimoli.....</i>	<i>14</i>
1.6 Gli analizzatori sensoriali	15
1.5 La vista	18
<i>1.5.1 L'occhio.....</i>	<i>18</i>
<i>1.5.2 Performance visiva.....</i>	<i>19</i>
<i>1.5.3 Movimenti oculari ed elaborazione del messaggio visivo.....</i>	<i>19</i>
1.6 Il programma motorio	20
2. Scopo della tesi.....	21
2.1 La pallavolo	22
<i>2.1.1 Classificazione e descrizione generale della pallavolo.....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.2 La forza.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.3 Il salto.....</i>	<i>30</i>
3. Mezzi e metodi	31
3.1 Gruppi	32
3.2 Strumento Wiva® Science	34
<i>3.2.1 Caratteristiche strumento</i>	<i>35</i>
<i>3.2.2 Impostazione Wiva</i>	<i>36</i>

3.5 Test.....	39
3.5.1 SERIE 1.....	44
3.5.3 SERIE 2.....	50
4. Risultati	55
4.1 Analisi CMJ+B.....	55
4.2 Analisi DROP JUMP.....	62
4.3 Analisi STIFFNESS.....	68
5. Discussione	76
6. Conclusioni.....	79
7. Bibliografia.....	80
Ringraziamenti	82

Abstract

Introduzione: La pallavolo è uno sport di squadra e di situazione, per questo la maggior parte degli allenamenti sono svolti con l'attrezzo palla. Recenti studi indicano che questo tipo di allenamento conduca a miglioramenti di forza più evidenti che con i lavori a secco (Marta Del Sal, Marco Bruno Luigi Rocchi, & Guido Re, 2005).

Obiettivo: Lo scopo di questo studio è di indagare gli effetti determinati da uno stimolo visivo (palla) per la valutazione della forza nella pallavolo. L'obiettivo è quello di mettere a confronto tre categorie di pallavoliste, di diverso livello, proponendo dei test di salto eseguiti sia con che senza lo stimolo "palla".

Metodo: A questo studio hanno partecipato 24 pallavoliste: 9 atlete "Amatori" (età 30 ± 5.4), 6 atlete della "1° Divisione" (età 23 ± 4.31) e 9 atlete della "Serie C" (21 ± 2.5). Le giocatrici hanno effettuato tre test di salto: Counter Movement Jump con l'utilizzo delle braccia (Cmj+b), Drop Jump e Stiffness. I test sono stati analizzati con l'accelerometro Wiva® Science e per ogni prova sono stati valutati i parametri di altezza massima del salto, forza propulsiva e potenza concentrica, oltre ai tempi di contatto nello Stiffness.

Risultati: La variabile stimolo non presenta differenze statisticamente significative ($p>0,05$), tranne per lo Stiffness, dove la forza propulsiva è minore nei test con palla ($p<0,05$), mentre i tempi di contatto risultano maggiori ($p>0,05$). Nel confronto tra categorie gli "Amatori" presentano valori più bassi di altezza, forza e potenza di salto rispetto agli altri due gruppi ($p<0,05$). La "1° Divisione" riporta valori maggiori per tutti e tre i parametri analizzati ($p<0,05$), fatta eccezione per il parametro altezza massima di Stiffness che risulta maggiore nella categoria di "Serie C".

Discussione: La differenza tra categorie è evidente tra quei gruppi che si allenano con una frequenza diversa. I risultati evidenziano che lo stimolo non modifica la capacità di salto, per questo potremmo pensare, così come il test di stiffness ci suggerisce, che i miglioramenti dell'uso della palla siano di tipo quasi esclusivamente coordinativo.

Conclusioni: Lo studio conferma che è presente una differenza tra categorie nella valutazione di salto. Lo stimolo della palla non sembra influenzare la valutazione della forza e quindi può essere utilizzata per allenare e valutare capacità coordinative piuttosto che condizionali, questo aspetto può essere preso in considerazione per eventuali esercitazioni e valutazioni future.

Introduzione

L'idea di questa tesi sperimentale nasce dalla passione per la pallavolo, sport che pratico da molti anni, e quindi dalla curiosità di andare ad indagare una delle capacità principali di questo spettacolare gioco, la forza.

Lo scopo della tesi è di verificare gli effetti determinati da uno stimolo visivo (palla), per la valutazione della *forza*. La pallavolo è un gioco di situazione dove l'atleta è obbligato ad avere una buona capacità di reazione per rispondere ad uno stimolo nel più breve tempo possibile (Doğan, 2009).

Un ulteriore incentivo per intraprendere questa tesi lo ha fornito una pubblicazione del 2005 sulla pallavolo (Marta Del Sal et al., 2005), in cui l'obiettivo era di indagare gli effetti determinati da due differenti tipologie di allenamento applicate a pallavoliste per lo sviluppo della forza esplosivo-reattivo-balistica: una condizionata da uno stimolo esterno (palla in movimento) che incide sulla velocità di realizzazione del gesto, l'altra che ricalca i principi dell'allenamento pliometrico (senza particolari stimoli esterni). Attraverso questo esperimento è stato visto che i soggetti che si erano allenati con stimoli propri della disciplina avevano ottenuto come risultato un sensibile miglioramento delle capacità di salto in tempi brevi.

Alla luce dei risultati di quest'articolo lo scopo principale della tesi è di indagare se lo stimolo "palla", proprio della disciplina, possa influire sulla capacità di salto. Per verificare questo è stato proposto a tre gruppi di pallavoliste di diverso livello :

"Amatori", "1° Divisione" e "Serie C" dei test di salto.

Le prove eseguite dalle atlete sono: Counter Movement Jump con l'utilizzo delle braccia (Cmj+b), Drop Jump e Stiffness. I tre gruppi hanno effettuato i test di salto sia con lo stimolo della palla che senza, tutti monitorati con l'accelerometro Wiva® Science.

1. Pallavolo: sport di situazione e concetto di movimento

La pallavolo è definita sport di situazione perché richiede grandi capacità di adattamento a situazioni che si modificano continuamente, spesso in tempi brevissimi. Un concetto di movimento adeguato agli sport di situazione deve, infatti, considerare l'atto motorio come una risposta di adattamento agli stimoli.

Il movimento, inteso come un'azione motoria di adattamento alle situazioni ambientali, si può allora considerare come dipendente dalla cooperazione di tre sistemi funzionali:

- sistema percettivo (ricezione ed analisi degli stimoli)
- sistema di elaborazione tattica o sistema tattico
- sistema effettore neuromuscolare

Dei tre sistemi l'unico visibile e valutabile dall'esterno è quello effettore neuromuscolare e questo spiega la maggior attenzione che solitamente gli viene riservata nell'allenamento (sviluppo della forza, della velocità, della resistenza, ecc.), mentre viene spesso trascurato lo sviluppo del sistema percettivo e di elaborazione tattica che rappresentano invece la componente invisibile del movimento.

Nel sistema percettivo si possono distinguere due diversi momenti funzionali:

- La ricezione degli stimoli ad opera degli organi di senso e dei recettori sensoriali periferici
- L'analisi della ricezione da parte del sistema nervoso centrale in base ai dati della memoria e della motivazione

La ricezione degli stimoli diventa diversa da individuo ad individuo grazie alla memoria ed alla motivazione (Pittera, 1980).

1.1 Motivazione e teorie dell'incentivo

Il concetto di *motivazione* comprende l'insieme dei processi di attivazione e di orientamento del comportamento verso la realizzazione di un determinato scopo.

Quando dopo una cena abbondante appare sul tavolo un dolce delizioso, la sua attrattiva ha poco o nulla a che vedere con pulsioni interne o col mantenimento di un livello di eccitamento specifico.

Piuttosto se si sceglie di mangiare il dessert, si ha a che fare con un comportamento motivato dallo stimolo esterno.

Secondo la *teoria dell'incentivo*, la motivazione scaturisce dal desiderio di raggiungere obiettivi di valori esterni a noi, detti appunto *incentivi*.

Infatti, attraverso incentivi o ricompense (rinforzo) è possibile determinare l'apprendimento di comportamenti e il consolidarsi di abitudini: determinati oggetti o situazioni nell'ambiente assumono cioè il ruolo di incentivo attraverso la loro ripetuta associazione con stati affettivi positivi a seguito della soddisfazione di una pulsione o con stati negativi a seguito di esperienze di insoddisfazione (Feldman, s.d.)

Perciò attraverso schemi di rinforzo positivi o negativi è possibile motivare un individuo a un determinato comportamento.

Secondo l'approccio cognitivista alla motivazione, essa è il prodotto di pensieri, valutazioni, aspettative e scopi dell'individuo, in una parola delle sue cognizioni.

Nell'approccio cognitivista, l'attenzione si sposta dunque sui sistemi di elaborazione di informazioni attraverso cui l'individuo valuta l'ambiente e attribuisce il valore per sé agli eventi o oggetti. Inoltre, grazie alle proprie capacità cognitive, egli è in grado di anticipare, valutare e perseguire in maniera flessibile scopi, mete e fini.

Per cui individui caratterizzati da una forte motivazione al successo saranno propensi a scegliere compiti e mete di media difficoltà che, pur essendo impegnativi possono essere portati a buon fine. Essi invece trascurano compiti molto facili, dove l'incentivo è pari a zero, e compiti molto difficili in cui è la probabilità di successo a essere assente.

Inoltre la valutazione di difficoltà di un compito avviene sempre in termini soggettivi ovvero è operata da ciascun individuo in funzione della percezione delle proprie capacità.

Nella formulazione di Atkinson (1964), la motivazione dipende sia dall'aspettative di raggiungere un certo risultato sia dal valore a esso attribuito (Feldman, s.d.).

1.2 Le motivazioni dell'atleta

Secondo Most (1983) in campo sportivo le motivazioni sono molteplici e spesso si intersecano fra loro (Dal monte & Faina, 1999).

Gli aspetti principali sono riconducibili al *bisogno di movimento*, ossia il ricercare soddisfazione attraverso le sensazioni cinestesiche, e al *bisogno di affermazione*.

Due sono le gradi classi di studio motivazionale nello sport:

- Motivazioni primarie → il gioco e l'agonismo
- Motivazioni secondarie → fattori psicobiologici, fattori psicopatologici, fattori socioculturali, fattori psicologici

Per Martens e Bump, esistono in ambito sportivo ulteriori componenti essenziali della motivazione :

- Motivazione intrinseca ed estrinseca → i soggetti motivati intrinsecamente tendono ad essere competenti e autodeterminati nel gestire ed esplicitare con successo le proprie capacità; un rinforzo esterno, positivo o negativo, comporta l'incremento del livello motivazionale in modo estrinseco.
- Motivazione diretta e indiretta → i metodi usati per motivare direttamente un atleta sono: il consenso, l'identificazione e l'interiorizzazione; indirettamente l'atleta può essere motivato attraverso l'alterazione dell'ambiente fisico o psicologico
- Localizzazione alla casualità → la tendenza ad attribuire alla casualità ciò che avviene.
- Bisogni dell'atleta → un bisogno da soddisfare diventa una meta. I bisogni principali comprendono la ricerca di stimoli, di affiliazione e di affermazione.

Ulteriori classi di motivazione allo sport sono (Tamorri, 1999):

- Fattore successo\status → motivazioni strettamente legate alla competizione
- Fattore forma fisica\abilità → desiderio soggettivo di sentirsi in forma e di migliorare le proprie abilità.
- Fattore rinforzi estrinseci → motivazione legata all'influenza esercitata dall'ambiente sociale, con particolare riferimento alle persone affettivamente più vicine.
- Fattore squadra → desiderio di collaborazione con altri per raggiungere una meta.
- Fattore amici\divertimento → desiderio di socializzazione
- Fattore scarico di energia → motivazione che descrive il bisogno di eccitamento.

La motivazione insieme alla memoria e all'attenzione sono fattori importanti nel processo d'apprendimento motorio.

Infatti prestare attenzione significa, filtrare la percezione, separando lo stimolo che interessa da un contesto di altri stimoli che ne disturbano la percezione.

L'attenzione ad uno stimolo più importante blocca, ad esempio, gli stimoli irrilevanti. Così pure la ripetizione di uno stesso stimolo comporta il rapido instaurarsi dell'assuefazione. Un esempio di come interviene l'attenzione nel filtrare il processo percettivo, è dato dal pallavolista principiante che rivolge tutta la sua attenzione al pallone, mentre la maggioranza degli altri segnali che entrano attraverso il recettore ottico vengono in pratica annullati.

Attraverso attenzione e motivazione la memoria permette poi di ricordare, più o meno selettivamente, gli avvenimenti.

Nel prossimo paragrafo verrà approfondito più nel dettaglio il concetto di *apprendimento motorio*.

1.3 L'apprendimento motorio

L'apprendimento motorio può essere definito come insieme di processi associati con l'esercizio o l'esperienza che determinano un cambiamento relativamente permanente nella prestazione o nelle potenzialità di comportamento (Tamorri, 1999).

Tale definizione include quattro aspetti:

- L'apprendimento è un processo di acquisizione di abilità
- È la conseguenza dell'esercizio e dell'esperienza
- Non è osservabile direttamente poiché i processi che determinano i cambiamenti del comportamento sono interni.
- Per essere segno di apprendimento, i cambiamenti devono essere relativamente permanenti.

L'apprendimento, dunque, è un processo che coinvolge fenomeni complessi e conduce a cambiamenti nelle capacità di azione poiché avviene all'interno della persona.

1.3.1 Diversi tipi di apprendimento motorio

Esistono varie forme di apprendimento che alla base riconoscono meccanismi neurofisiologici differenti:

Apprendimento non associativo → in questa forma l'organismo modifica la sua risposta quando viene esposto più volte allo stesso tipo di stimolo.

Le forme più comuni di tale apprendimento sono rappresentate dall'abitudine e dalla sensibilizzazione. Per quanto riguarda l'abitudine si assiste a una riduzione della risposta comportamentale riflessa in seguito alla presentazione ripetuta dello stesso stimolo, invece nella sensibilizzazione si assiste a un'accentuazione della reazione fisiologica in risposta a una vasta gamma di stimoli dopo che il soggetto è stato posto alla somministrazione di uno stimolo, particolarmente intenso o nocivo.

Apprendimento associativo → in questo caso l'individuo apprende la relazione che corre tra stimoli di tipo differente (condizionamento classico) o tra uno stimolo e un comportamento dell'organismo stesso (condizionamento operante).

Nell'apprendimento associativo si distinguono due tipi di processi:

- **Condizionamento classico** → uno stimolo di per sé neutro (stimolo condizionato), se somministrato prima di uno stimolo capace di indurre una reazione innata (stimolo incondizionato), diventa capace di suscitare la stessa risposta (risposta condizionata) quando in seguito viene presentato da solo.
Da un punto di vista funzionale, tale condizionamento sembra conferire a un soggetto la capacità di percepire i possibili nessi causa – effetto tra eventi dell'ambiente esterno.
- **Condizionamento operante** → si verifica l'associazione tra un comportamento dell'organismo e un determinato evento ambientale.
Ciò si verifica quando all'emissione spontanea di un comportamento segue con regolarità uno specifico evento ambientale, che funge da ricompensa e che rinforza quindi il comportamento stesso.

I principi del condizionamento operante sono alla base del biofeedback, una tecnica psicofisiologica usata anche in ambito sportivo per addestrare l'atleta a controllare certi parametri fisiologici.

Apprendimento cognitivo → implica una serie di operazioni mentali come l'analisi dello stimolo, il suo confronto con informazioni già presente in memoria, la sua assegnazione a una particolare categoria (Tamorri, 1999).

1.3.2 Gli stadi dell'apprendimento motorio

L'apprendimento motorio comporta una serie di modifiche del sistema nervoso centrale solitamente non direttamente osservabili ma che possono essere visibili attraverso i cambiamenti della performance negli aspetti cognitivi e motori. Tali cambiamenti si riflettono in una miglior capacità di elaborazione delle informazioni che diventano più veloci ed efficaci.

L'apprendimento motorio si manifesta con una certa gradualità e in particolare possiamo distinguere tre stadi, all'interno dei quali esistono livelli diversi di evoluzione delle abilità:

Stadio verbale- cognitivo o sviluppo della coordinazione grezza → il principiante si trova a dover affrontare una serie di difficoltà imposta da un compito nuovo. Il problema fondamentale è comprendere che cosa fare e quali sono gli scopi dell'azione. Per far fronte a questa difficoltà il soggetto tende a fare affidamento su verbalizzazioni interne come una sorta di guida per svolgere l'azione, quasi per spiegare a se stesso che cosa deve fare.

La verbalizzazione svolge una doppia funzione: favorisce l'organizzazione di un piano d'azione e aiuta la memorizzazione delle percezioni relative al movimento e all'ambiente.

Questa strategia spontanea è utile nella prima fase per il conseguimento di una prima approssimazione del gesto, ma successivamente le attività verbali perdono di importanza (Tamorri, 1999)

Questo primo stadio, in generale è caratterizzato da prestazioni scadenti, errori frequenti, movimenti poco economici, sensazioni motorie confuse, tensioni muscolari e riduzione dei gradi di libertà del movimento.

Il soggetto comincia a elaborare una rappresentazione mentale prevalentemente visiva, ancora grezza e parziale, del decorso dell'azione. Questo determina a livello del comportamento osservabile, tensioni muscolari, riduzione dei gradi di libertà del movimento.

A livello pratico è importante far evolvere gradualmente le acquisizioni, possibilmente iniziando da ciò che il soggetto sa già fare, per poi evolvere le acquisizioni.

In questa fase modelli reali, filmati, fotografie e disegni trasmettono importanti istruzioni visive in grado di facilitare una rappresentazione immediata dell'azione da effettuare.

Stadio motorio o sviluppo della coordinazione fine → nel secondo stadio di apprendimento il compito è compreso più a fondo, l'azione è perfezionata ed il feedback di controllo e correzione è utilizzato con successo. L'azione migliora nelle sue caratteristiche di precisione, costanza e fluidità, grazie anche all'incremento dell'importanza funzionale dell'analizzatore cinestesico. La rappresentazione interna del gesto diventa più dettagliata e precisa, arricchendosi di componenti multisensoriali derivanti dal contributo e dall'integrazione funzionale dei diversi organi di senso. Le unità motorie che compongono l'azione vengono progressivamente integrate in unità di livello superiore; ciò rende il soggetto capace di applicare una supervisione intermittente, rivolgendo l'attenzione a punti chiave dell'esecuzione ed evitando un controllo continuo e dispendioso dell'azione.

Il compito è svolto facilmente in condizioni favorevoli mentre in situazioni difficili e variate emergono ancora imperfezioni ed errori con tensioni dei muscoli antagonisti e riduzione dei gradi di libertà.

A livello didattico è importante favorire l'introspezione e l'analisi dell'esecuzione, anche richiedendo una descrizione delle sensazioni personali collegate all'azione.

Negli sport di situazione è importante cominciare a modificare sistematicamente, ma con gradualità, i fattori di variabilità ad esempio proponendo diverse velocità esecutive, richiedendo reazioni rapide e diversificate a stimoli improvvisi.

Stadio autonomo o sviluppo della disponibilità variabile → dopo una quantità piuttosto elevata di pratica, il soggetto raggiunge quest'ultimo stadio di apprendimento. In questa

fase i programmi motori sono ben sviluppati e in grado di controllare accuratamente l'azione. Il compito è svolto con sicurezza, conservando un'esecuzione perfettamente coordinata ed efficace anche in situazioni difficili, variate, in abituali e impreviste. In questo stadio, tipico della prestazione sportiva di alto livello, i miglioramenti sono lenti e di minore entità rispetto alle fasi precedenti ma comunque possibili.

A livello didattico è importante variare le proposte anche aggiungendo difficoltà e informazioni non pertinenti per creare forti disturbi simili, se non addirittura superiori, a quelli riscontrabili in gara.

1.4 Processi di elaborazione delle informazioni

Nell'analisi dei processi di trattamento dell'informazione è di aiuto, secondo la teoria cognitivista, la metafora computazionale, in cui le elaborazioni mentali sono paragonate a quelle di un computer.

Le informazioni esterne e interne all'organismo pervengono al sistema nervoso centrale attraverso gli organi di senso; tra percezione\ identificazione degli stimoli e risposta comportamentale si verifica una serie di operazioni intermedie, elaborazioni mentali che comprendono processi decisionali di selezione e programmazione della risposta per conseguire gli obiettivi alla prestazione.

L'identificazione degli stimoli permette una prima analisi delle informazioni sensoriali attraverso gli organi di senso, gli *analizzatori*: non solo sono percepite le caratteristiche strutturali degli stimoli (la forma e il colore della palla), ma anche le configurazioni di movimento (la velocità e la direzione della palla).

Dopo che gli stimoli sono stati identificati, negli stadi successivi di elaborazione seguono processi decisionali di selezione della risposta e di programmazione.

Nella fase di selezione della risposta viene scelto il programma motorio adeguato per risolvere il compito; al momento della programmazione vengono poi precisati i parametri di forza e rapidità da applicare al programma selezionato, nonché i settori muscolari da contrarre (Tamorri, 1999).

1.4.1 L'identificazione degli stimoli

Tutti gli stimoli accedono al sistema di elaborazione delle informazioni attraverso gli organi di senso.

La sensibilità consiste nella capacità di ricevere e riconoscere stimoli provenienti dal mondo esterno e dall'ambiente interno dell'organismo.

I sistemi sensoriali operano, in primo luogo, recependo determinate variazioni fisiche o chimiche dell'ambiente esterno e interno (ricezione dello stimolo), quindi trasformando questa variazione in impulso nervoso (trasduzione dello stimolo). Lo stimolo viene poi inviato al SNC (trasmissione dello stimolo), dove può dar luogo sia a risposte riflesse che essere riconosciuto e integrato con altri stimoli.

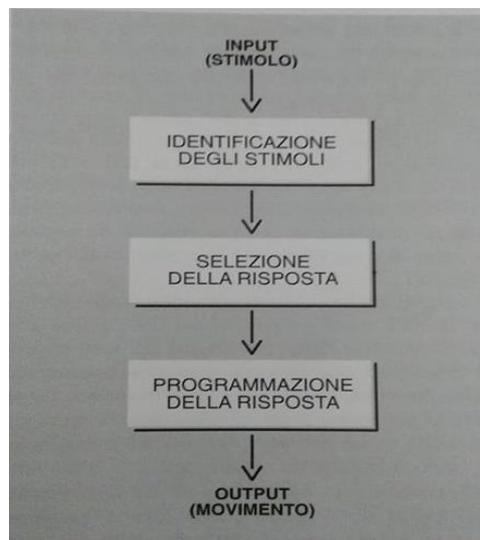


Figura 1: Modello semplificato di elaborazione delle informazioni

Una prima fondamentale distinzione è quella tra sensibilità generale e sensibilità specifiche.

Per sensibilità generale si intende la raccolta di stimoli provenienti da tutti i distretti corporei: infatti, i recettori relativi a questo tipo di sensibilità sono ubiquitari (cute, articolazioni, muscolatura, visceri).

Le sensibilità specifiche (vista, udito, olfatto, ecc..), invece, usufruiscono di apparati sensoriali specializzati, dislocati in determinate regioni del capo: l'occhio per la vista, il naso per l'olfatto ecc.

Inoltre, i relativi segnali utilizzano specifiche vie di trasmissione e afferiscono a specifiche aree della corteccia cerebrale diverse da quelle della sensibilità generale.

1.6 Gli analizzatori sensoriali

La capacità senso- percettive è specifica per ogni sport e concorre in maniera determinate alla corretta esecuzione del gesto.

Tutte le informazioni vengono raccolte dai recettori sensoriali ed inviate al cervello attraverso le vie afferenti.

L'opera di selezione è necessaria per poter individuare, il più velocemente possibile, le informazioni più utili, senza dover ricorrere ad esami accurati e senza utilizzare un'attenzione cosciente.

Tutta la struttura: recettori sensoriali, vie afferenti, aree primarie di proiezione della corteccia viene definita *analizzatore*.

Gli *analizzatori* sono in buona parte responsabili del livello di percezione del movimento e quindi del controllo motorio.

Sono costituiti da recettori specifici, vie nervose afferenti e centri sensoriali posti nel cervello.

Più un atleta, attraverso i suoi analizzatori, è in grado di percepire il movimento proprio e la situazione dell'ambiente in cui si trova, più sarà in grado di regolarsi sul cambiamento delle circostanze e di trovare una soluzione nel quadro delle sue possibilità individuali.

Gli analizzatori importanti per la coordinazione motoria sono, essenzialmente, cinque e influenzano in forme diverse il processo di controllo e regolazione delle azioni motorie:

- *Analizzatore visivo* (recettore di distanza o tele recettore) → convoglia più dell'80% delle informazioni esterne, svolge un ruolo estremamente importante per il controllo e la coordinazione dei movimenti. Esso fornisce informazioni relative alla propria azione, alle modifiche situazionali e alle relazioni spazio – temporali fra sé e l'ambiente. Il ruolo della visione è pienamente evidente negli sport di situazione in cui l'atleta deve costantemente effettuare un monitoraggio visivo, più o meno consapevole, degli spostamenti e delle azioni dell'avversario. Tali informazioni costituiscono la base di previsione anticipatorie per avviare

azioni e scelte tattiche appropriate. L'analizzatore visivo, in costanza, consente di ottenere informazioni relative alla velocità e alla direzione dei movimenti propri, di altre persone e degli attrezzi. Ha un ruolo molto importante nelle discipline closed skill per il mantenimento e/o il ripristino dell'equilibrio. L'importanza della visione è in relazione alle caratteristiche dell'attività; non è sempre utile affidarsi a un controllo visivo, soprattutto quando le informazioni derivanti da altri analizzatori, necessarie per la prestazione, rischiano di essere oscurate o poste in secondo piano

- *Analizzatore acustico* (altro tele recettore) → Durante l'esecuzione di un movimento, l'atleta percepisce segnali acustici prodotti dal processo motorio (pallone che rimbalza, piede che si appoggia a terra..) che sono informazioni importanti per la coordinazione. L'analizzatore acustico assume grande rilevanza nella ricezione delle informazioni verbali (spiegazioni, correzioni). S'intende con ciò la capacità di organizzare mentalmente e di esprimere verbalmente le proprie percezioni e di riferire a precise sensazioni interne le spiegazioni dell'istruttore. Un altro aspetto importante riguarda la trasmissione degli aspetti ritmici. Il ritmo è una caratteristica strutturale del movimento alla cui base ci sono le variazioni dell'impiego della forza muscolare, la ripartizione in fasi ed il corretto succedersi di contrazioni e rilassamento muscolare
- *Analizzatore tattile* → ha i suoi recettori specializzati per rilevare il senso tattile, la pressione e la temperatura. Esso informa sulle diverse pressioni esercitate sulle diverse parti del corpo, inviando informazioni sul contatto con il suolo e con gli attrezzi e inoltre concorre al mantenimento dell'equilibrio. Attraverso il contatto si ricevono informazioni sulla forma e sulla superficie degli oggetti e questo contribuisce alla saldezza della presa importante nel controllo della palla, nella lotta e nella ginnastica artistica.
- *Analizzatore cinestesico* → i suoi recettori sono chiamati propriocettori e si trovano nei muscoli, nei tendini, nei legamenti e nelle articolazioni ed inviano al cervello informazioni sulla posizione delle articolazioni e sulla tensione dei

muscoli e dei tendini. Il SNC elabora queste informazioni in una rappresentazione mentale dei movimenti e delle posizioni. Tale analizzatore dà informazioni sulle tensioni muscolari e sulle loro variazioni anche minime, sugli angoli articolari e, quindi, sul rapporto spaziale dei segmenti corporei fra loro. Attraverso le informazioni cinestesico è possibile la sintonia e il gioco fine di contrazione e decontrazione, che caratterizza il movimento fluido. Notevole è l'importanza dell'analizzatore cinestesico in quanto qualsiasi atto motorio, di per sé, è fonte di una notevole quantità di informazioni somatiche. Nel processo di apprendimento questo analizzatore assume un ruolo via via maggiore consentendo un sempre più preciso, rapido ed efficace controllo automatizzato del movimento

- *Analizzatore vestibolare* → denominato anche analizzatore statico – dinamico, è situato nell'orecchio interno e fornisce segnali collegati ai movimenti nello spazio, dato che le sue strutture sono sensibili alle accelerazioni e decelerazioni del capo, ai movimenti angolari e all'orientamento della testa in rapporto alla forza di gravità. La sua interazione con i recettori della muscolatura del collo, in particolare, ha un ruolo nell'apprezzamento della posizione del capo in rapporto agli altri settori corporei e all'ambiente. Esso offre un importante contributo ai fini dell'equilibrio.

I diversi analizzatori, ognuno con il proprio specifico contributo nella raccolta delle informazioni interne ed esterne all'organismo, consentono di preparare l'azione e solo l'interazione, l'integrazione e la sintesi delle diverse afferenze sensoriali permette al soggetto di acquisire il *senso di movimento*.

Nelle fasi iniziali dell'apprendimento sono in genere dominanti le informazioni visive, infatti, come spiegato in questo paragrafo più dell'80% delle informazioni è ottenuto grazie all'analizzatore visivo.

1.5 La vista

1.5.1 L'occhio

La parte più importante dell'occhio ha la forma di una sfera e si chiama bulbo. La luce attraversa la cornea, entra nella pupilla, passa attraverso il cristallino, un corpo trasparente appiattito, e arriva alla retina che riveste il fondo dell'occhio (Silverthone Dee Unglaub, 2010).

Sulla retina si formano le immagini degli oggetti capovolte e rimpicciolite. Il nervo ottico le trasmette al cervello che le modifica in modo che noi vediamo come sono.

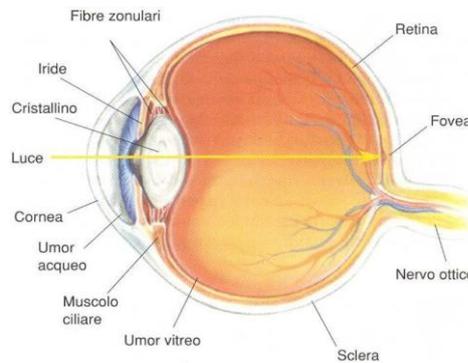


Figura 2: Anatomia dell'occhio

Il cristallino si comporta come una lente convergente di distanza focale variabile; infatti, riesce a focalizzare sulla retina sia oggetti lontani che oggetti vicini. Questo fenomeno viene detto accomodamento dell'occhio, ed è reso possibile dal fatto che il muscolo ciliare, che sorregge il cristallino, si contrae e si allunga facendone variare la forma e quindi la distanza focale.

Quando guardiamo oggetti lontani il cristallino si appiattisce; quando, invece, guardiamo oggetti vicini diventa più spesso

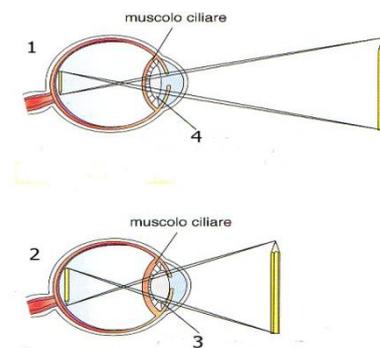


Figura 3: La visione a distanza e la visione da vicino

1.5.2 Performance visiva

La funzione visiva è considerata il processo percettivo emergente, il più sensibile e adattabile alle condizioni esterne, l'espressione sensoriale più plasmabile, più educabile e più allenabile tramite l'esperienza quotidiana quale prodotto dell'interazione con l'ambiente.

L'informazione visiva per l'atleta diviene importante in quanto consente la rapida formazione di risposte adeguate al compito motori.

La prima fase elaborativa è la raccolta delle informazioni utili attraverso gli organi sensoriali, per ottenere una prima selezione degli stimoli e una iniziale organizzazione degli stessi.

Le informazioni che il sistema deve recepire si estendono per 360 gradi, ma il campo funzionale utile a percepire elementi in modo ottimale è molto più ristretto se si considera che:

- Il campo visivo dell'uomo è di circa 120 gradi
- L'acuità visiva decade bruscamente nella periferia ai 25 gradi
- Tale campo funzionale diminuisce con l'aumentare degli elementi presenti nel campo visivo e con il grado di attenzione.

1.5.3 Movimenti oculari ed elaborazione del messaggio visivo

Il processo percettivo consiste nel passaggio dell'informazione visiva attraverso una serie di stazioni nervose in cui essa viene decodificata e trasmessa, o rinviata.

Il *primo livello* di trasduzione si ha con i recettori, che consentono all'informazione di entrare nel sistema visivo.

Un *secondo livello* di elaborazione si ha con l'attivazione dei corpi genicolati, dove avviene il passaggio dell'informazione alle aree corticali o il proseguimento verso le aree tronco encefaliche, per l'organizzazione di risposte riflesse relative tanto a modificazioni del diametro pupillare quanto alla formazione di programmi oculomotori stereotipi.

Un *terzo livello di analisi* ha, nelle aree corticali in cui avviene, una elaborazione cognitiva volontaria e/o automatizzata.

La formazione di risposte riflesse mostra lo stretto legame tra recettore e stimolo.

L'occhio sceglie l'oggetto da osservare o quello da non osservare impedendo o agevolando, tramite l'azione dei muscoli estrinseci, lo spostamento in alcune direzioni.

L'informazione esterna può arrivare al tronco tramite la retina, determinando una risposta motoria riflessa, oppure arrivare alla corteccia cerebrale, creando una decodificazione e un programma motorio.

Nell'atleta, il programma motorio tende a generare degli stereotipi funzionali che legano degli input a risposte il più possibile automatizzate.

1.6 Il programma motorio

Un programma motorio può essere considerato come una rappresentazione mentale di movimenti depositata in memoria a lungo termine, una struttura astratta che precede e determina l'azione, contenente i pattern di contrazione e decontrazione muscolari (Tamorri, 1999).

Si tratta di un set prestrutturato di comandi, che determina l'azione definendo quali muscoli contrarre, in quale ordine, con quale impegno di forza e per quanto tempo.

L'esistenza dei programmi motori è sostenuta da ricerche su tempi di reazione, questi ultimi misurati dal tempo che intercorre fra la presentazione di uno stimolo improvviso e l'inizio della risposta e sono influenzati dalla complessità del movimento. All'aumentare della complessità del compito aumentano i tempi di reazione.

Secondo Schmidt (1982), il programma motorio generalizzato è una rappresentazione mnestica di una classe di azioni, un gruppo di risposte che possiedono lo stesso pattern: un lancio di precisione può essere governato da un singolo programma anche se la distanza del bersaglio cambia (Tamorri, 1999).

Un individuo, infatti, è in grado di realizzare azioni mai effettuate in precedenza: ciò succede negli sport di situazione, in cui le tecniche non vengono mai eseguite esattamente allo stesso modo.

2. Scopo della tesi

Lo scopo della tesi è di indagare gli effetti determinati da uno stimolo visivo (palla) per la valutazione della *forza* nella *pallavolo*.

La pallavolo è un gioco di situazione, obbliga l'atleta ad effettuare nei momenti giusti e in frazioni di secondo, le scelte tecniche appropriate. Quindi, la pallavolista deve avere una buona capacità di reazione per rispondere nel più breve tempo possibile ai continui cambiamenti determinati dal gioco (Doğan, 2009).

Altra caratteristica fondamentale per queste atlete è l'espressione di forza perché nel gioco è importante raggiungere grandi altezze di salto nei fondamentali principali come l'attacco o il muro. Gli allenamenti devono essere incentrati alla qualità dei salti e per questo può essere d'aiuto uno stimolo che incentivi lo sviluppo di forza specifica (Marta Del Sal et al., 2005). Nello studio elaborato da Marta Del Sal e dai suoi collaboratori l'obiettivo era di indagare sugli effetti determinati da due differenti tipologie di allenamento applicate ad atlete pallavoliste per lo sviluppo della forza esplosivo-reattivo - balistica: una condizionata da uno stimolo esterno (palla in movimento) che incide sulla velocità di realizzazione del gesto, l'altra che ricalca i principi dell'allenamento pliometrico (senza particolari stimoli esterni). Per valutare gli effetti di questi allenamenti sono stati fatti dei test sia prima che dopo le sedute di allenamento. I test effettuati sono: jump test, Cmj, Cmj+b e Rebound jump 5" con ginocchia bloccate.

Attraverso questo studio è stato verificato che tutti soggetti, tramite queste tipologie di allenamento, avevano ottenuto un aumento dell'altezza dei salti verticali, ma coloro che si erano allenati con stimoli propri della disciplina avevano conseguito un aumento significativo in particolare per quanto riguarda i parametri: l'altezza dello squat jump, % elastica muscolare e % di fibre veloci.

In base a quanto appena descritto lo studio che andiamo a descrivere vuole indagare se anche nella valutazione dei salti è più opportuno utilizzare uno stimolo come la palla. Questo potrebbe rivoluzionare i test di valutazione fino ad oggi proposti per questo sport.

2.1 La pallavolo

La pallavolo è un gioco sportivo di squadra e uno sport di situazione

(D'jackov e altri, 1967) ad impegno aerobico anaerobico alternato (Dal monte, 1969) caratterizzato dal rimbalzo della palla direttamente su segmenti corporei e dall'assenza di contatto fisico tra le due squadre che si fronteggiano schierate in un campo diviso in due parti da una rete invalicabile (Mencarelli, 2012).

Lo scopo del gioco è di inviare la palla sopra la rete affinché cada a terra nel campo opposto e di evitare che ciò avvenga sul proprio campo.

La squadra ha a disposizione tre tocchi per rinviare la palla.

La palla è messa in gioco con un servizio: inviata con un colpo dal giocatore al servizio sopra la rete verso gli avversari. L'azione continua fino a che la palla tocca il campo oppure è inviata fuori o una squadra non la rinvia correttamente.

Nella pallavolo, la squadra che vince un'azione di gioco conquista un punto. Quando la squadra in ricezione vince un'azione, conquista un punto ed il diritto a servire ed i suoi giocatori ruotano di una posizione in senso orario.

GIOCATORI

Ogni squadra è composta da 6 giocatori.

IL CAMPO

Il terreno di gioco è di forma rettangolare (18 m×9 m) ed è diviso in due parti, a metà della sua lunghezza, da una rete tesa fra due paletti, lunga 9,50 m e alta 1 m, distante dal suolo (misurando dal bordo superiore) 2,43 m per le squadre maschili seniores e 2,24 m per le formazioni femminili. Una linea, tracciata sotto la rete, lo divide in due quadrati uguali. Altre due linee, parallele alla linea centrale e da questa distanti 3 m, delimitano le 'zone di attacco. Attorno al campo deve esserci una zona di rispetto, o 'libera', che deve essere larga fra 3 e 5 m dalle linee laterali e fra i 3 e gli 8 m dalle linee di fondo.

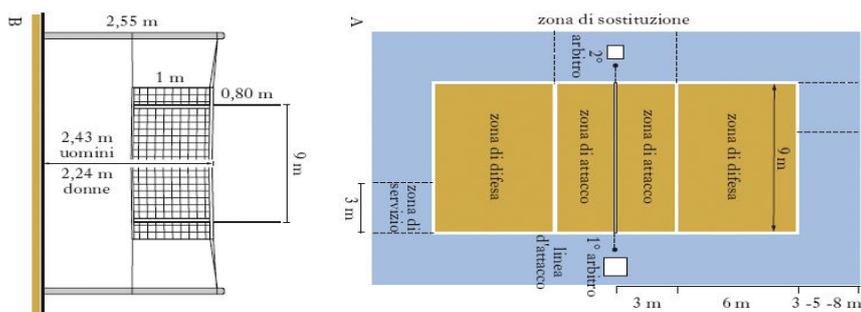


Figura 4: Campo da pallavolo

IL MATERIALE

La palla deve essere sferica, composta da un involucro di cuoio soffice o sintetico con all'interno una camera d'aria in gomma o materiale simile. Il suo colore può essere uniforme e chiaro o una combinazione di colori. La circonferenza deve essere di 65 / 67 cm ed il suo peso di 260/280 g.



Figura 5: Palla

I FONDAMENTALI

I vari comportamenti sequenziali che i giocatori attuano durante l'azione di gioco, spesso corrispondenti ai vari tocchi di palla che necessariamente caratterizzano la disciplina, rappresentano i fondamentali della disciplina stessa (Mencarelli, 2012.)

Essi sono:

- Ricezione
- Alzata
- Attacco e copertura a muro
- Servizio
- Muro

- Difesa
- Ricostruzione

I compiti specifici richiesti dai vari fondamentali vengono espletati attraverso le tecniche che sono:

- *Il palleggio*: è una tecnica di base, ossia una tecnica che oltre ad essere un mezzo per espletare le competenze in alcuni fondamentali di gioco come l'alzata per esempio, sintetizza aspetti determinati della motricità specifica richiesta dalla pallavolo come relazione con traiettorie della palla, la gestione delle frontalità. Il palleggio consiste in un tocco di palla al di sopra della fronte, in un rapporto spaziale per cui il corpo è percepito sotto la palla, con le mani aperte in flessione dorsale del polso. Strutturalmente la flessione dorsale è determinata dalla presa della palla, alla cui sfericità si adattano le mani rispettando la simmetria dello spazio circoscritto da pollici ed indici. Fa seguito un rapido rilascio, generato dall'azione di spinta reattiva delle mani. Il palleggio, cosiddetto didattico o di base, deve essere considerato anche il primo mezzo utile alla comprensione delle traiettorie della palla e al comportamento che essa assume in volo.
- *Il bagher*: è una tecnica di base e assume un ruolo importante nel processo formativo del giocatore di pallavolo e rappresentata un obiettivo primario del processo didattico. Il bagher si esegue disponendo le braccia unite e distese con la parte interna dell'avambraccio rivolta verso l'alto, in modo tale da colpire la palla con la parte mediana tra il polso e l'avambraccio stesso. Gli aspetti più importanti del piano di rimbalzo al momento del tocco di palla sono la chiusura delle spalle, la tensione dei gomiti e la presa delle mani. Gli arti inferiori devono essere leggermente divaricati e piegati, mentre il busto deve collocarsi nella posizione appena inclinata in avanti.
- *L'attacco*: è una tecnica di base che di solito conduce la squadra alla realizzazione del punto. La schiacciata possiamo dividerla in 4 fasi: rincorsa, stacco, salto, colpo sulla palla, e ricaduta.
- *Servizio*: è il fondamentale atipico della pallavolo dal punto di vista della struttura del movimento. Infatti è l'unico fondamentale che non subisce il problema della variabilità situazionale poiché il giocatore ha la palla in mano e

l'esecuzione può essere preparata in modo ottimale. L'atleta principiante solitamente, la esegue dal basso con i piedi dietro la linea che delimita il bordo del campo. L'atleta professionista può utilizzare la battuta come una vera e propria azione d'attacco. La battuta per essere valida si deve realizzare in modo tale che il percorso tracciato dalla palla termini all'interno della metà del campo avversaria.

2.1.1 Classificazione e descrizione generale della pallavolo

La pallavolo è uno sport di situazione classificato tra le attività ad impegno *aerobico anaerobico alternato* con prevalenza del *metabolismo anaerobico – lattacido*, che richiede un impegno elevato di grandi masse muscolari.

L'attività si basa sull'alternanza più o meno regolare, casuale o prescelta in ragione delle esigenze tecniche – tattiche e del momento agonistico, di fasi sub massimali (aerobiche), fasi massimali (anaerobiche) e fasi di riposo (Dal monte & Faina, 1999).

Sono state modificate alcune regole di gioco che hanno determinato trasformazioni del comportamento tecnico – tattico e d'alcuni aspetti fisiologici della prestazione (Ciccarone, Fontani, Albert, Zhang, & Cloes, 2005)

Le modifiche regolamentari che hanno avuto maggior impatto sono:

- *Rally Point System* → nella pallavolo, la squadra che vince un'azione di gioco conquista un punto (rispetto alle precedenti norme viene abolito il cambio – palla.)
- *Net* → la palla nell'attraversare la rete può toccarla.
- *Libero* → il libero è autorizzato a sostituire qualsiasi giocatore difensore. La sua prestazione è limitata unicamente alla seconda linea.

Fontani, Ciccarone e Giulianini hanno analizzato l'impegno fisico richiesto ai pallavolisti in relazione alle nuove regole di gioco e diversificato il carico di lavoro per quanto riguarda il numero di salti effettuati durante competizioni di diversa durata (Ciccarone et al., 2005)

I risultati ottenuti, confrontati con quelli riportati da Beljaev (Ciccarone et al., 2005) hanno evidenziato che sono presenti delle modificazioni del modello di prestazione nei confronti del sistema di gioco precedente.

In particolare, l'aspetto più importante che è stato constatato è che nelle gare disputate con le nuove regole c'è una riduzione della durata e del numero delle fasi attive di gioco, con aumento di quelle passive.

Questo spostamento dei valori percentuali delle azioni brevi a favore del Rally Point System, dovrebbe accentuare maggiormente l'impegno anaerobico lattacido della pallavolo.

La pallavolo è un gioco di situazione in cui il giocatore deve essere molto concentrato poiché è confrontato con un grande numero di stimoli, a partire da quali deve valutare i più importanti (l'attenzione selettiva) con un alto livello di decisione.

La conoscenza di queste situazioni di gioco permette di ridurre il tempo di apparizione della risposta o di innescare prima la risposta all'avversario.

L'incremento dei ritmi di gioco ha sollecitato sempre più un'attenzione particolare nell'impiego di metodiche e mezzi d'allenamento indirizzati al miglioramento di una delle capacità condizionali primarie nella pallavolo ovvero la *forza*.

2.1.2 La forza

La forza ha una duplice valenza: prestazione e prevenzione.

In fisica, la forza, si definisce come il prodotto di una massa per un'accelerazione, in fisiologia si può definire con *la capacità di vincere una resistenza o di opporsi a essa attraverso la contrazione della muscolatura*.(Dal monte & Faina, 1999)

Nella valutazione funzionale, per esigenze dovute prevalentemente alla metodologia di allenamento, ne sono state proposte varie classificazioni, in relazione alla variabilità di espressione di tale capacità fisica.

Prima di addentarci in una suddivisione speciale delle tipologie di forza, per principio deve essere stabilito che la forza o le diverse forme nelle quali essa si manifesta possono essere sempre trattate sotto l'aspetto della *forza generale e speciale*.

Per forza generale si intende la forza di tutti i gruppi muscolari indipendentemente dalla sport praticato, mentre la forza speciale rappresenta la sua forma di espressione tipica di un determinato sporto o del suo correlato muscolare specifico(Weineck, 2007)

La forza può essere suddivisa in:

Forza massima → rappresenta la massima forza possibile che il sistema neuromuscolare ha la possibilità di esprimere in una massima contrazione volontaria. Nella forza massima si distinguono una forza massima *statica* e una forza massima *dinamica*. La forza massima statica rappresenta la massima forza che il sistema neuromuscolare riesce a esercitare in una contrazione volontaria contro una resistenza. La forza massima dinamica invece rappresenta la forza massima che il sistema neuromuscolare riesce a esprimere durante un processo di movimento. La forza massima dipende: dalla sezione trasversale fisiologica del muscolo, dalla coordinazione intermuscolare e dalla coordinazione intramuscolare.

Forza rapida → rappresenta la capacità del sistema neuro-muscolare di muovere il corpo e le sue parti oppure oggetti alla massima velocità. La forza rapida si può rappresentare attraverso parametri dello sviluppo della forza nella curva forza- tempo:

- Forza iniziale: caratterizza la salita della forza all'inizio della sua produzione. Alla sua base troviamo la capacità di riuscire a reclutare il massimo numero possibile di unità motorie all'inizio della contrazione.
- Forza esplosiva: s'intende la capacità di riuscire a realizzare una salita più ripida possibile nella curva forza tempo, in primo piano troviamo l'aumento della forza nell'unità di tempo. La forza esplosiva dipende dalla rapidità di contrazione delle unità motorie, dal numero dell'unità motorie che si contraggono contemporaneamente e dalla forza contrattile delle fibre reclutate.
- Forza rapida: raggiungimento del massimo livello di forza

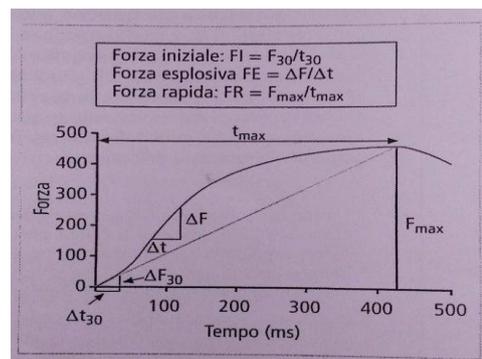


Figura 6: La curva forza- tempo con i suoi indici caratteristici in una massima contrazione isometrica (Weineck, 2007)

Forza reattiva → la capacità dell'organismo di riuscire a realizzare in un tempo brevissimo il massimo impulso di forza concentrica dopo un movimento frenante (eccentrico), è definito regime reattivo di movimento (Schmidtbleicher, Gollhofer 1985,271).

Per forza reattiva si intende, perciò, la prestazione muscolare che, all'interno di un ciclo allungamento-accorciamento (CAA), genera un più elevato impulso di forza.

I fattori dai quali dipende, essenzialmente la forza reattiva sono: morfologico-fisiologico (fattori antropometrici, massa muscolare, la composizione delle fibre muscolari), coordinativi (coordinazione intra e intermuscolare) e motivazionali (disponibilità alla sforzo, concentrazione).

Il CAA svolge un ruolo importante in tutti i salti e fisiologicamente dipende soprattutto dall'elasticità del tessuto tendineo. Maggiore è la stiffness o la forza dei tendini o delle strutture di tessuto connettivo del muscolo, maggiore è l'energia che può essere immagazzinata nel momento dell'allungamento eccentrico per essere poi liberata, o infine restituita nella fase concentrica.

Resistenza alla forza → la capacità di resistenza alla forza può essere definita come capacità di opporsi alla fatica in carichi maggiori del 30% del massimo individuale di forza isometrica.

Ehlenz, Grosser, Zimmerman per ragione metodologiche, distinguono:

- Resistenza massimale alla forza: resistenza a una forza molto intensa di oltre il 75% della forza massimale
- Resistenza alla forza sub massimale: resistenza alla forza di media intensità dal 50 al 75% della forza massimale
- Resistenza alla forza aerobica: resistenza alla forza dal 50 al 30% della forza massimale

In questa definizione, comunque, mancano indicazioni sulla durata dei carichi, della quale si tiene conto, invece, nella definizione del concetto di Schmidtbleicher (1989,14) e Klein (2001,217).

Schmidtbleicher intende per resistenza alla forza la capacità del sistema neuromuscolare di produrre una somma di impulsi di forza quanto più elevata possibile in un tempo stabilito contro pesi elevati superiori al 30% della forza massimale.

La resistenza alla forza , secondo Gullich e Schmidtbleicher (1999,233 e segg), sarebbe il prodotto di due componenti: la grandezza del singolo impulso e la capacità di mantenere più bassa possibile la somma degli impulsi di forza.

Una forma particolare di resistenza alla forza è rappresentata dalla *resistenza alla forza rapida* importante in tutti gli sport come la pallavolo nei quali, per la prestazione, è (anche) determinate l'esecuzione per un lungo periodo di movimenti rapidi e potenti delle estremità o del tronco.

La resistenza alla forza rapida dipende, in modo determinate, dalla capacità di recupero rapido della muscolatura interessata e, quindi, da una capacità di prestazione di resistenza generale e locale aerobica e anaerobica bene sviluppata.

Tra i tipi di forza fondamentali per un pallavolista troviamo la *forza rapida* che è una capacità che deve essere presa in considerazione con particolare attenzione durante la programmazione della preparazione atletica. La capacità di utilizzare e modulare la forza è importante non solo per le funzioni di sostegno e supporto nelle varie espressioni di questo gioco sportivo di situazione ma anche perché, se correttamente allenata, è direttamente responsabile del miglioramento della velocità.

In relazione ai salti si parla spesso nella pallavolo, per quanto riguarda la forza reattiva, di *forza esplosiva* che consente al soggetto di spiccare un salto con un potente semipiegamento- estensione degli arti inferiori (ES: Cm_j) e di *forza eccentrico riflessa* che si evidenzia quando un soggetto ricaduta da un salto ne effettua un secondo in maniera tanto rapida da sembrare un rimbalzo. L'utilizzazione dell'una o dell'altra espressione dipende dalle esigenze del tipo di prestazione e dalla tecnica utilizzata.

2.1.3 Il salto

Il salto verticale è un movimento previsto in molti sport, non solo con l'obiettivo primario di raggiungere la massima altezza, ma anche per colpire un pallone da calcio oppure come nel caso della pallavolo di intercettare la traiettoria della palla.

Il salto è stato uno dei movimenti più studiati dai biomeccanici e fisiologici perché costituisce il movimento "esplosivo" per eccellenza ed è generalmente utilizzato per valutare le caratteristiche di forza degli arti inferiori.

Nel 1921 Sargent propose il "Sargent Test": il protocollo del test prevedeva che l'atleta effettuasse il Contro Movimento Jump (CMJ), una tipologia di salto verticale preceduto dal piegamento a 90° delle ginocchia, e toccasse con le punte delle dita di una mano una scala centimetrata affissa alla parete; la differenza tra l'altezza raggiunta e quella di partenza forniva l'altezza del salto. Nel 1938 Abalakov fece una revisione del "Sargent test": si trattava di una fettuccia centimetrata fissata alla cintura dell'atleta, avvolta in un rullo girevole posto a terra che si svolgeva durante il salto misurandone l'altezza. (Dal monte & Faina, 1999)

I primi veri e propri studi però si sono potuti effettuare solo con l'avvento delle pedane dinamometriche attorno al 1971 ad opera di Cavagna.

Carmelo Bosco nel 1980 sviluppò un'apparecchiatura elettronica chiamata "Ergojump" che permetteva di misurare il tempo di volo.

Nel frattempo lo sviluppo tecnologico ha portato a nuovi strumenti che sono stati messi a disposizione della ricerca oltre alla pedana di forza come ad esempio l'accelerometro.

Proprio quest'ultimo strumento è stato scelto per questo studio e nei prossimi capitoli sarà illustrato nel dettaglio.

3. Mezzi e metodi

Lo studio è stato eseguito su tre gruppi di pallavoliste di diverso livello: “Amatori”, “1° Divisione” e “Serie C”.

Ogni gruppo è stato sottoposto a dei test di salto ciascuno effettuati sia con che senza lo stimolo della palla per andare a verificare eventuali variazioni determinate dalla presenza della palla.

In particolare sono stati rilevati i parametri di: l'altezza massima del salto, forza propulsiva, potenza concentrica e tempi di contatto.

Per eseguire i test è stato utilizzato l'accelerometro Wiva® Science e riportato in una tabella formato Excel i dati utili per lo studio:

	A	B	C	D	E	F
1	NOME	ETA	PESO	ALTEZZA	BMI	REACH A 2 MANI
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Figura 7: Tale figura rappresenta la tabella in formato Excel utilizzato per raccogliere i dati antropometrici e anagrafici delle pallavoliste.

- NOME del giocatore
- ETA' del giocatore
- PESO del giocatore
- ALTEZZA del giocatore
- BMI del giocatore
- REACH A 2 MANI rappresenta l'altezza raggiunta dalla massima estensione delle braccia.

3.1 Gruppi

Allo studio sperimentale hanno partecipato 24 pallavoliste suddivise in tre gruppi di diverso livello:

- **Gruppo 1 (G1):** CATEGORIA “ AMATORI “

AMATORI					
ATLETA	ETA'	PESO	ALTEZZA	BMI	REACH A 2 MANI
1	34	66.0	1.63	27.80	2.07
2	30	68.0	1.64	25.30	2.00
3	34	69.0	1.62	26.30	1.99
4	36	51.5	1.64	19.10	2.00
5	31	64.0	1.64	23.50	2.04
6	22	57.0	1.73	19.00	2.17
7	36	64.0	1.64	23.80	2.07
8	22	74.0	1.74	24.40	2.15
9	28	60	1.58	24.00	1.97

Tabella 1: La tabella riporta i parametri del gruppo “Amatori”.

- **Gruppo 2 (G2):** CATEGORIA “1° DIVISIONE “

1° DIVISIONE					
ATLETA	ETA'	PESO	ALTEZZA	BMI	REACH A 2 MANI
1	23	63.0	1.65	23.10	2.00
2	23	52.0	1.65	19.10	2.06
3	31	56.0	1.70	19.40	2.11
4	18	66.0	1.69	23.40	2.10
5	21	70.0	1.73	23.10	2.16
6	23	66.0	1.73	23.10	2.14

Tabella 2: La tabella riporta i parametri del gruppo “1° Divisione”.

- Gruppo 3 (G3): CATEGORIA “SERIE C”

SERIE C					
ATLETA	ETA'	PESO	ALTEZZA	BMI	REACH A 2 MANI
1	20	61.3	1.72	20.70	2.15
2	21	61.2	1.72	20.70	2.19
3	22	59.9	1.80	18.50	2.30
4	21	68.6	1.74	22.70	2.19
5	23	70.7	1.79	22.10	2.24
6	25	67.1	1.75	21.90	2.17
7	18	65.0	1.77	17.60	2.23
8	17	58.0	1.70	20.10	2.18
9	23	56.0	1.77	17.90	2.24

Tabella 3: La tabella riporta i parametri del gruppo di “Serie C”.

Nella seguente Tabella vengono riportati le medie e le deviazioni standard dei dati anagrafici e antropometrici:

DATI	AMATORI	1° DIVISIONE	SERIE C
ETA'	30±5.4	23±4.31	21±2.5
STATURA	166±0.1	169±3.60	175±3.4
PESO	63.7±6.8	62±6.82	63±5.0
BMI	23.36±2.6	22±1.95	20±1.9
REACH A 2 MANI	205±0.1	210±5.79	221±4.6

Tabella 4: In questa tabella vengono riportati le medie e le deviazioni standard dei parametri dei gruppi “Amatori”, “1° Divisione” e “Serie C”.

3.2 Strumento Wiva® Science

Per effettuare i test ad ogni giocatrice è stato posizionato a livello della vertebra L1 l'accelerometro: Wiva® Science



Figura 8: La figura rappresenta il punto corretto in cui posizionare l'accelerometro.

Il dispositivo è collegato tramite bluetooth al computer personale.

Lo strumento è composto da:

- Sensore: accelerometro
- 2 cinture elastiche
- Cavetto Usb per caricare l'accelerometro
- Chiavetta Usb con istruzioni
- Software Biomech



Figura 9: Strumento Wiva Science e tutti i vari componenti

3.2.1 Caratteristiche strumento

Le caratteristiche tecniche dell'accelerometro Wiva sono riportate nella seguente figura:

TECHNICAL SPECIFICATION FOR WIVA® SCIENCE DEVICE

Operational				
Power Supply	3,3	V	All	
Supply current		mA	L1SENS/L1SENS-B	
		mA	L1SENS/L2SENS	
Operating time	12	hour	L1SENS-B/L2SENS-B	
		hour	L1SENS/L2SENS	
Battery charging time	4	hour	L1SENS-B/L2SENS-B	
		hour	L1SENS/L2SENS	
Communication Interface	Bluetooth		L1SENS-B/L2SENS-B	
	ZigBee		L1SENS/L2SENS	
Dimensions	68x42x18	mm	L1SENS/L2SENS	
	78x48x20	mm	L1SENS-B/L2SENS-B	
Weight (inc. Battery)	48	gr	L1SENS/2SENS	
	62	gr		
Temperature	0-60	C°	All	
Acceleration				ALL TYPE
Dynamic Range	$\pm 1,5$ o ± 6	g		
Max Offset	± 40	mg		
Sensitivity	± 0.002	%/C°		
Nonlinearity	± 1	%FSO		
Noise	350	$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$		
Bandwidth	400	HZ		
Angular Rate				ONLY L2Sens-L2Sens-B
Dynamic Range	± 300 o ± 1200	dps		
Sensitivity	0.83	mV/dps (1200 dps)		
Nonlinearity	± 1	%FSO		
Noise	0.018	$\text{dps}/\sqrt{\text{Hz}}$		
Bandwidth	140	HZ		
Magnetic Field				ONLY L2Sens-L2Sens-B
Dynamic Range	± 6	gauss		
Sensitivity	1	mV/V/gauss		
Noise	50	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$		
Resolution	120	μgauss		
Bandwidth	5	MHZ		

Figura 10: In questa figura vengono riportate le caratteristiche tecniche dello strumento.

3.2.2 Impostazione Wiva

WIVA® è un assistente personale per l'analisi, la misura scientifica e il miglioramento delle performance sportive.

Il software utilizzato per effettuare l'analisi è il Biomech.

Tale software permette di realizzare vari protocolli:

- Protocollo salti
- Running
- Time Up and Go
- Power
- Power Feedback
- Protocollo Cammino L5
- Mobilità articolare
- Free test

Il protocollo che è stato impiegato per questo studio è il “ jumps protocol o protocollo salti”.



Figura 11: La figura rappresenta la schermata dei vari protocolli eseguibili con l'accelerometro Wiva Science.

Tale funzione come riportato nella figura 12 permette di effettuare vari test di salto:

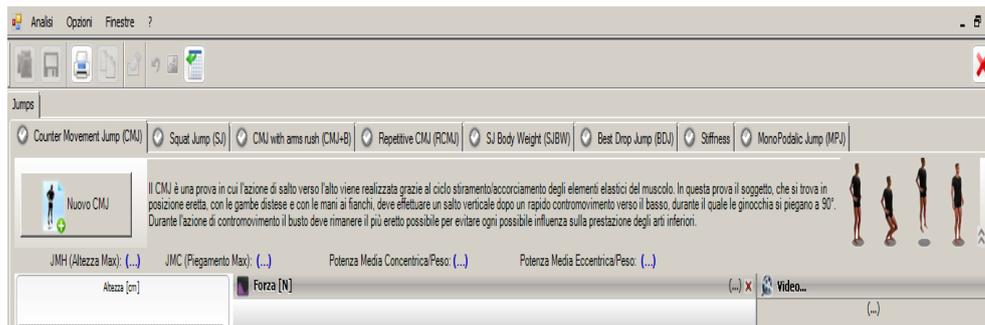


Figura 12: La figura rappresenta la schermata dei vari test eseguibili all'interno della funzione "protocolli salti".

- Counter Movement Jump (Cmj)
- Squat Jump (Sj)
- CMJ with ams rush (Cmj + b)
- Repetitive CMJ (RCMJ)
- Drop Jump
- Stiffness
- Monopodalic Jump (MPJ)

Prima di eseguire un protocollo è necessario inserire i dati dell'atleta cliccando sul comando "nuovo paziente" (Figura 13).

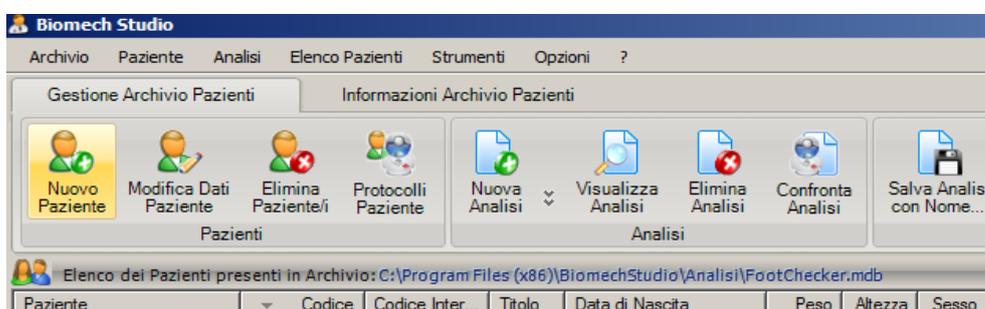


Figura 13: La figura rappresenta la schermata principale del Software Biomech.

In questo modo si aprirà una finestra (Figura 14) che ci permetterà di inserire i dati opportuni. Nel nostro caso sono stati necessari:

- Nome del giocatore
- Cognome del giocatore

- Data di nascita
- Peso del giocatore
- Altezza del giocatore
- Sesso del giocatore

Figura 14: La figura rappresenta la schermata per l’inserimento del nuovo paziente.

Una volta inserito i dati delle giocatrici, cliccando sul nome del soggetto da valutare e successivamente sul comando “ nuova analisi”, possiamo incominciare i test.

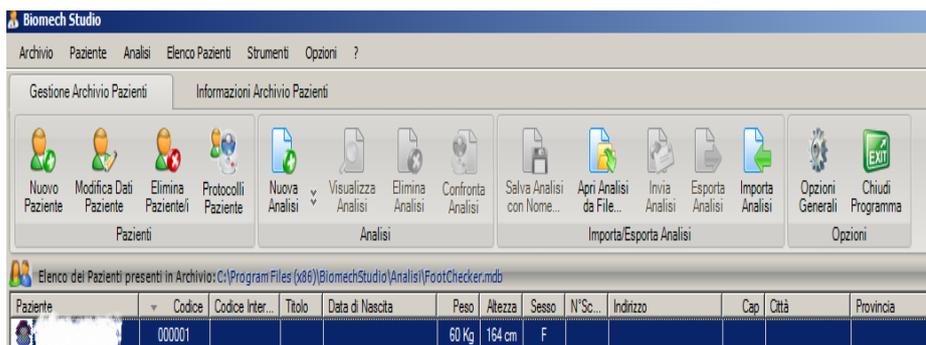


Figura 15: La figura rappresenta la schermata per avviare una nuova analisi.

3.5 Test

I test che i relativi gruppi hanno effettuato sono di tre tipi ciascuno eseguito in 2 serie:

- Serie 1: i test sono stati eseguiti senza lo stimolo palla
- Serie 2: I test sono stati eseguiti con lo stimolo palla posta al di sopra della rete da un operatore. La scelta dell'altezza della palla è stata calcolata singolarmente per ogni atleta e per fare questo è stato preso come parametro di riferimento l'altezza della rete 2.24m. Successivamente è stato calcolato il Reach a 2 mani (l'altezza raggiunta dalla massima estensione delle braccia) e sommato al valore dell'altezza del salto individuato tramite la prima serie di salti. Il valore ottenuto è stato definito "valore di riferimento" che sta ad indicare l'altezza a cui arriva l'atleta con il salto rispetto alla rete. La palla è stata posta a 5 cm al di sopra di questo valore. Il valore di 5 cm è stato preso come stimolo per migliorare il salto e al tempo stesso come obiettivo di media difficoltà.

Per calcolare il "valore di riferimento" è stato creato una tabella Excel con le seguenti voci:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	NOME	REACH 2 MANI	h DEL SALTO (CMJ)	h+REACH (CMJ)	VALORE RIF. ALLA RETE (CMJ)	VALORE FINALE (CMJ)	h DEL SALTO (DROP JUMP)	h+REACH (DROP JUMP)	VALORE RIF. ALLA RETE (DROP JUMP)	VALORE FINALE (DROP JUMP)	h DEL SALTO (STIFFNESS)	h+REACH (STIFFNESS)	VALORE RIF. ALLA RETE (STIFFNESS)	VALORE FINALE (STIFFNESS)
2														
3														
4														
5														
6														
7														

Figura 16: La figura rappresenta la tabella in formato Excel utilizzata per l'inserimento dei dati utili a calcolare l'altezza della palla posta al di sopra della rete.

I dati riportati nella tabella sono i seguenti:

- Nome atleta
- Reach a 2 mani (l'altezza raggiunta dalla massima estensione delle braccia)
- H del salto (individuata tramite la prima serie di salti)
- H del salto + reach a 2 mani

- Valore di riferimento = (h del salto + reach a 2 mani) – 2.24
- Valore finale = valore di riferimento + 0.05

Il Valore finale indica l'altezza di posizione della palla al di sopra della rete.

In particolare i test scelti, nella funzione “jumps protocol”, per questo studio sono:

- **CMJ + B:** Il Cm_{j+b} viene utilizzato per il rilievo della capacità di riuso elastico dei muscoli estensori degli arti inferiori.

Modalità d'esecuzione: L'atleta si posiziona in piedi indossando le calzature, il più immobile possibile e con il peso equamente distribuito su entrambi i piedi. Quando è pronto, l'atleta si piega verso il basso fino a che le ginocchia sono piegate a 90 gradi, mentre oscilla le braccia dietro il corpo. Senza fermarsi, fa oscillare le braccia in avanti e salta più in alto possibile, atterrando di nuovo sul suolo su entrambi i piedi allo stesso tempo. Il distacco da terra deve avvenire contemporaneamente da entrambi i piedi, senza passi iniziali o strisciate, e il soggetto, inoltre, non si deve fermare in fase di squat. Oltre ai movimenti dell'arto inferiore, le braccia svolgono un ruolo importante nella performance dei salti verticali. Durante la fase di contro-movimento le braccia vengono fatte oscillare verso il basso e all'indietro prima di oscillare in avanti e verso l'alto nella fase propulsiva. Si è dimostrato che lo slancio delle braccia aggiunge tra il 10% e il 20% dell'altezza raggiunta in un salto. Per essere efficace, lo slancio delle braccia deve essere temporizzata opportunamente, in modo tale che il distacco da terra avvenga quando le braccia sono vicine al punto di massima velocità. Lo stesso salto può essere effettuato anche senza l'aiuto della braccia, tuttavia ho scelto di utilizzare il Cm_j con l'utilizzo degli arti superiori in quanto sono indispensabili in uno dei fondamentali della pallavolo ovvero la schiacciata.



Figura 17: La figura rappresenta l'esecuzione del Cmj+b.

- **DROP JUMP** : E' un test per valutare il riflesso elastico esplosivo dell'espressione di forza prodotta dai muscoli estensori degli arti inferiori e dal quadricipite in particolare.

Modalità d'esecuzione: questa prova prevede l'esecuzione di un salto dopo una caduta da un gradino di altezza predeterminata. Il soggetto deve lasciarsi cadere tenendo i piedi distesi verso il basso, il tronco eretto. Dopo l'impatto al suolo il soggetto deve saltare verso l'alto con la massima rapidità ed il massimo impegno.

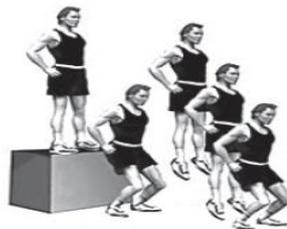


Figura 18: La figura rappresenta l'esecuzione del Drop Jump.

- **STIFFNESS**: E' un test fondamentale per valutare la forza reattiva.
Modalità d'esecuzione: prevede che il soggetto effettui una serie di salti verticali consecutivi con la massima intensità. Durante l'azione di salto il soggetto deve tenere le gambe tese mentre le braccia sono libere per consentire la migliore coordinazione del movimento. L'azione del salto avviene prevalentemente grazie alla spinta dei piedi.



Figura 19: La figura rappresenta l'esecuzione dello Stiffness.

Ne consegue che ogni giocatrice avrà effettuato due serie (una senza e una con lo stimolo della palla) per ogni tipologia di salto per un totale di sei salti.

Da ogni test, tramite il software Biomech possiamo andare a valutare i seguenti valori:

- Massima altezza
- Massimo piegamento
- Potenza\peso concentrica
- Potenza\peso eccentrica
- Forza propulsiva
- Forza impatto
- Potenza concentrica
- Potenza eccentrica
- Lavoro concentrico
- Lavoro eccentrico
- Elasticità
- Coordinazione
- Asimmetria
- Gap

	CMJ	SJ	RCMJ	CMJ+B	SJBW	Stiffness	BDJ	MPJ <	-> MPJ
Massima Altezza	-	-	-	-	-	-	-	-	(..)
Massimo Piegamento	-	-	-	-	-	-	-	-	(..)
Potenza/Peso Concentrica	-	-	-	-	-	-	-	-	(..)
Potenza/Peso Eccentrica	-	-	-	-	-	-	-	-	(..)
Forza Propulsiva	-	-	-	-	-	-	-	0.0 N	0.0 N
Forza Impatto	-	-	-	-	-	-	-	0.0 N	0.0 N
Potenza Concentrica	-	-	-	-	-	-	-	0.0 W	0.0 W
Potenza Eccentrica	-	-	-	-	-	-	-	0.0 W	0.0 W
Lavoro Concentrico	-	-	-	-	-	-	-	0.0 J	0.0 J
Lavoro Eccentrico	-	-	-	-	-	-	-	0.0 J	0.0 J
Elasticità	-								
Coordinazione	-								
Coordinazione	-								
Asimmetria	-								
Gap	-								

Figura 20: La figura rappresenta la schermata del Software Biomech dove vengono riportati i parametri del test.

3.5.1 SERIE 1

Test 1 CMJ + B

Il Cmjb valuta la capacità di riuso elastico.

Materiale:

- Accelerometro
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)

Esecuzione del test:

Il giocatore, dopo aver posizionato l'accelerometro a livello della vertebra L1, si sistema in prossimità della rete (in modo da simulare uno dei gesti tipici della pallavolo, il muro). Al comando “ via” l'atleta sarà invitato ad eseguire il Cmjb con l'utilizzo delle braccia (l'atleta si piega verso il basso fino a che le ginocchia sono piegate a 90 gradi, mentre oscilla le braccia dietro il corpo. Senza fermarsi, fa oscillare le braccia in avanti e salta più in alto possibile, atterrando di nuovo sul suolo su entrambi i piedi allo stesso tempo).

Dopo aver saltato la prova, l'atleta dovrà rimanere fermo immobile per permettere allo strumento di registrare correttamente i valori.

Durante l'esecuzione della prova, tramite il software Biomech viene registrato l'andamento del salto come riportato nella figura 21.

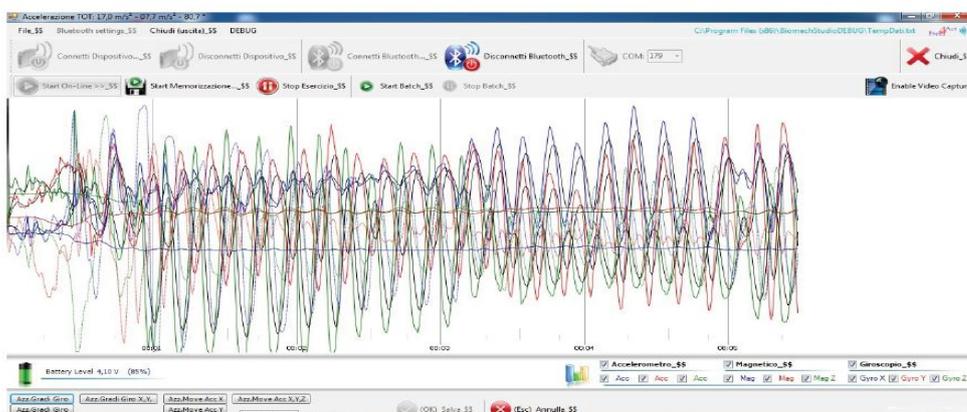


Figura 21: La figura rappresenta la schermata del Software Biomech relativa all'andamento del salto.

Successivamente dopo aver salvato la prova si può visualizzare i dati relativi al test (figura 22).

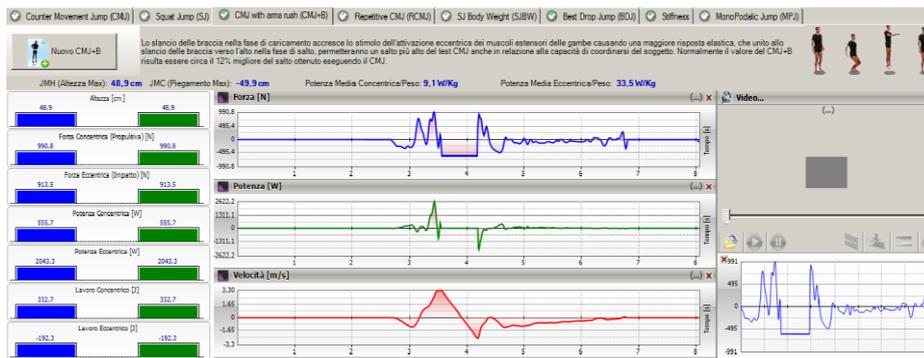


Figura 22: La figura rappresenta la schermata del Software Biomech in cui vengono riportati i dati relativi al salto Cm_j + b.



Figura 23: Questa figura rappresenta la sequenza del salto Cm_j+b eseguito dall'atleta.

Test 2 DROP JUMP

In questo test 2 viene valutato il riflesso elastico esplosivo.

Materiale

- Accelerometro posizionato a livello di L1
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)
- Metro utilizzato per posizionare il gradino rispetto alla rete (distanza dalla rete = 1 m)
- Gradino: L'altezza del gradino scelta è di 25 cm, in conformità con lo studio sperimentale pubblicato nel 2005 sulla rivista “ *Italian Journal of Sport Sciences*” (Marta Del Sal et al., 2005).

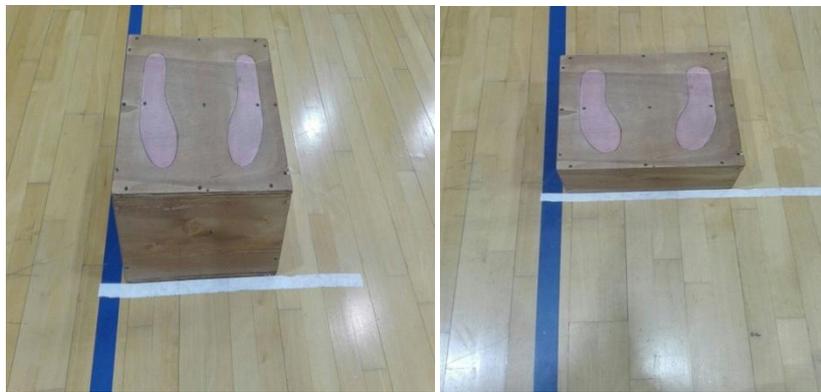


Figura 24: Questa figura rappresenta il gradino utilizzato nel test Drop Jump.

Esecuzione del test

Nel test 2 il giocatore si posiziona sopra il gradino posto ad una distanza di 1m dalla rete per permettere l'esecuzione corretta del gesto.

Al comando “ via” l'atleta sarà invitato ad eseguire il Drop Jump (prevede l'esecuzione di un salto dopo una caduta da un gradino di altezza predeterminata).

Dopo aver saltato, l'atleta dovrà rimanere fermo immobile per permettere allo strumento di registrare correttamente i valori.

Durante l'esecuzione della prova, tramite il software Biomech viene registrato, così come è avvenuto per il Test 1, l'andamento del salto come riportato nella figura 21.

Alla fine del test è possibile visualizzare i dati della prova (figura 25).

Test 3 STIFFNESS

Tramite il test 3 è possibile valutare la forza reattiva.

Materiale

- Accelerometro posizionato a livello di L1
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)

Esecuzione del test

Nel test 3 il giocatore si posiziona in prossimità della rete (in modo da simulare uno dei gesti tipici della pallavolo ovvero il muro). Al comando “Via” verrà chiesto all’atleta di eseguire il test Stiffness (prevede che il soggetto effettui una serie di salti verticali consecutivi con la massima intensità).

A differenza dei test precedenti, in questo test viene impostato il tempo di svolgimento della prova di 10 s.

Al comando “stop” il soggetto si ferma; come per gli altri test durante la prova verrà registrato il grafico di andamento dei vari saltelli.

Successivamente dopo aver salvato la prova si potrà visualizzare i dati come riportato nella figura 27.

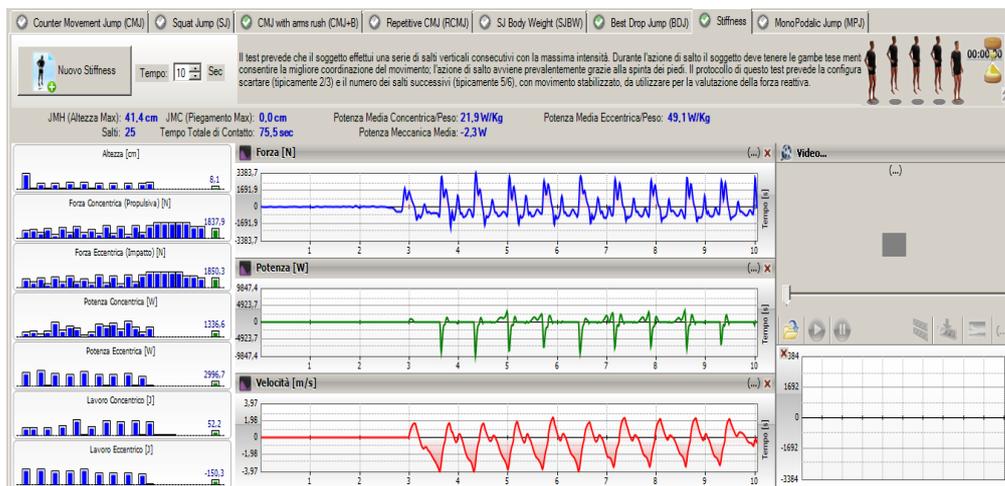


Figura 27: La figura rappresenta la schermata del Software Biomech in cui vengono riportati i dati relativi al salto Stiffness.



Figura 28: Questa figura rappresenta la sequenza del salto Stiffness eseguito dall'atleta.

3.5.3 SERIE 2

Nella seconda serie sono stati effettuati gli stessi esercizi della serie 1 ma con la variante dello stimolo palla. Infatti è stato richiesto all'atleta di eseguire il salto con l'obiettivo di andare a toccare la palla che viene posta da un operatore al di sopra della rete.

L'altezza della palla, come spiegato nel paragrafo 3.5, cambia in tutte e tre le prove e per ogni singolo giocatore.

Grazie sempre all'utilizzo dell'accelerometro WIVA anche in questo caso sono stati registrati tutti i valori come è avvenuto per test effettuati nella serie 1.

Test 1 CMJ + B CON PALLA

Materiale:

- Accelerometro
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)
- Palla da pallavolo
- Metro utilizzato per misurare il valore di riferimento dove posizionare la palla al di sopra della rete
- Supporto (tavolo) utilizzato per permettere all'operatore di posizionare la palla al di sopra della rete

Esecuzione del test

Nel test 1 della serie 2 viene eseguito il Cm_j + b con l'obiettivo di andare a toccare il pallone.

Anche in questo test il giocatore, una volta che ha indossato l'accelerometro e si è posizionato in prossimità della rete, dovrà eseguire il Cm_j + b con la stessa tecnica che è stata richiesta nel test 1 della serie 1.



Figura 29: Questa figura rappresenta la sequenza del salto $C_{mj} + b$ eseguito dall'atleta con l'obiettivo di raggiungere la palla posta al di sopra della rete.

Test 2 DROP JUMP CON PALLA

Materiale

- Accelerometro posizionato a livello di L1
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)
- Palla da pallavolo
- Metro utilizzato sia per misurare il valore di riferimento dove posizionare la palla al di sopra della rete come nel Test 1 sia per posizionare il gradino rispetto alla rete (1 m)
- Supporto (tavolo) utilizzato dall'operatore per posizionare la palla al di sopra della rete
- Gradino: L'altezza del gradino scelta è di 25 cm, in conformità con lo studio sperimentale elaborato da Marta Del Sal, e dai suoi collaboratori (Marta Del Sal et al., 2005).



Figura 30: Questa figura rappresenta il gradino utilizzato per il test Drop Jump.

Esecuzione del test

Nel test 2 della serie 2 viene richiesto alla giocatrice di effettuare il Drop Jump con la stessa tecnica descritta nel test 2 della serie 1 ma con l'obiettivo di andare a toccare la palla posta al di sopra della rete.



Figura 31: Questa figura rappresenta la sequenza del salto Drop Jump eseguito dall'atleta con l'obiettivo di raggiungere la palla al di sopra della rete.

Test 3 STIFFNESS CON PALLA

Materiale

- Accelerometro posizionato a livello di L1
- Pc personale per registrare i dati
- Rete (altezza 2.24m)
- Palla da pallavolo
- Metro utilizzato sia per misurare il valore di riferimento dove posizionare la palla al di sopra della rete
- Supporto (tavolo) dall'operatore per posizionare la palla al di sopra della rete

Esecuzione del test

Anche in quest'ultimo test com'è avvenuto per gli altri test, viene richiesto alla giocatrice di eseguire lo stesso salto effettuato nel test 3 della serie 1, con l'obiettivo di andare a toccare il pallone posta al di sopra della rete.



Figura 32: Questa figura rappresenta la sequenza del salto Stiffness eseguito dall'atleta con l'obiettivo di raggiungere la palla posta al di sopra della rete.

4. Risultati

I 3 test sono stati effettuati a 24 atlete suddivise in 3 gruppi di diverso livello: 9 atlete della categoria “Amatori”, 6 atlete di “1° Divisione”, 9 atlete di “Serie C”.

Per ogni tipologia di salto sono stati valutati i seguenti parametri:

- Altezza massima del salto
- Forza propulsiva → si ricava moltiplicando l’accelerazione propulsiva per il peso del soggetto
- Potenza concentrica (fase di spinta del salto) = $F \times V$
- Tempi di contatto → tale parametro è stato valutato esclusivamente per il test di Stiffness

Sono stati scelti questi parametri in quanto riguardano la fase propulsiva del salto e quindi potrebbero essere influenzati dallo stimolo palla.

I dati sono stati elaborati, in un primo momento, utilizzando Microsoft office Excel 2007 e successivamente per un’analisi più scientifica sono stati esaminati tramite il programma StatGraphics Centurion.

In particolare è stata utilizzata la funzione “Anova a più fattori”, mentre per discriminare le medie è stata utilizzata la procedura LSD (Least Significant Difference) di Fisher.

Il livello di significatività è stato posto con $P < 0.05$.

4.1 Analisi CMJ+B

Per il test Cmj + b sono stati valutati: altezza max del salto, forza propulsiva e potenza concentrica.

Altezza massima salto

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo, per quanto riguarda il parametro *altezza massima salto*:

		CMJ + B	CMJ +B con PALLA
AMATORI	Media	36.8	36.9
	Dev. St	±8.4	±6.9
1° DIVISIONE	Media	48.0	48.8
	Dev. St.	±6.8	±7.0
SERIE C	Media	47.0	48.1
	Dev. St.	±7.3	±5.9

Tabella 5: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori dell'altezza del salto CmJ + b conseguiti, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Come è possibile notare dalla tabella 6 si verificano differenze statisticamente significative tra i tre gruppi in quanto P-value = 0.0002 ($p < 0,05$) ma non tra i test eseguiti con e senza lo stimolo della palla dove il P value risulta di 0,5537.

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:CMJ.Categoria	1138,42	2	569,211	10,68	0,0002
B:CMJ.Stimolo	19,0025	1	19,0025	0,36	0,5537
INTERAZIONI					
AB	3,52472	2	1,76236	0,03	0,9675
RESIDUO	2239,42	42	53,3195		
TOTALE (CORRETTO)	3402,97	47			

Tabella 6:La tabella riporta l'analisi del CmJ + b per il parametro altezza massima salto (Somma dei quadrati tipo III).

Successivamente sono stati confrontati i valori nei tre gruppi e dalla tabella 7 si può verificare come vi siano effettivamente differenze statisticamente significative tra le categorie:

- “Amatori” e “1° Divisione”
- “Amatori” e “Serie C”

CMJ.Categoria	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Amatori	18	37,8611	1,7211	X
Serie C	18	47,55	1,7211	X
1° Divisione	12	48,4167	2,10791	X

Contrasto	Sig.	Differenza	+/- Limiti
Amatori - Serie C	*	-9,68889	4,91203
Amatori - 1° Divisione	*	-10,5556	5,49182
Serie C - 1° Divisione		-0,866667	5,49182

Tabella 7: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro altezza salto per Categoria (* indica una differenza statisticamente significativa.)

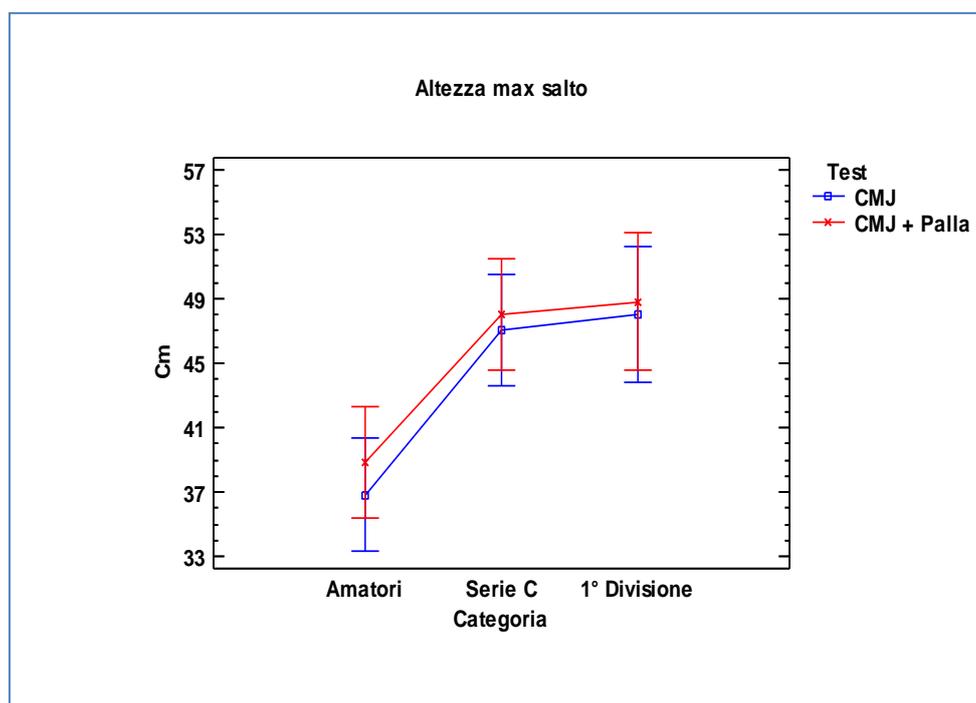


Grafico 1: Il grafico riporta i valori dell'altezza del salto conseguiti, con e senza la palla, nelle tre categorie.

Forza propulsiva

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro della *forza propulsiva*:

		CMJ + B	CMJ +B con PALLA
AMATORI	Media	877.8	1021.1
	Dev. St	±309.7	±288.3
1° DIVISIONE	Media	1367.85	1334.7
	Dev. St.	±248.2	±272.2
SERIE C	Media	1229.0	1006.5
	Dev. St.	±297.7	±232.2

Tabella 8: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori della forza Propulsiva conseguiti nel CmJ + b sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Anche per questo parametro, come si può vedere dalla tabella 9, vi è una differenza statisticamente significativa tra le categorie in quanto il P-value= 0.0016, ma non vi è alcuna differenza ($p < 0,05$) tra il test eseguito sia con che senza lo stimolo (P-value 0.6492).

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:CMJ.Categoria	1,16307E6	2	581536,	7,51	0,0016
B:CMJ.Stimolo	16243,4	1	16243,4	0,21	0,6492
INTERAZIONI					
AB	301274,	2	150637,	1,95	0,1555
RESIDUO	3,25091E6	42	77402,7		
TOTALE (CORRETTO)	4,73259E6	47			

Tabella 9: La tabella riporta l'analisi del CmJ + b per il parametro Forza Propulsiva (Somma dei quadrati tipo III.).

In particolare troviamo differenza tra le categorie:

- “1° divisione” e “Serie C”
- “1° divisione” e “Amatori”

CMJ.Categoria	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Amatori	18	949,444	65,5755	X
Serie C	18	1117,76	65,5755	X
1° Divisione	12	1351,25	80,3133	X

Contrasto	Sig.	Differenza	+/- Limiti
Amatori - Serie C		-168,311	187,153
Amatori - 1° Divisione	*	-401,806	209,243
Serie C - 1° Divisione	*	-233,494	209,243

Tabella 10: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro forza propulsiva per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa.)

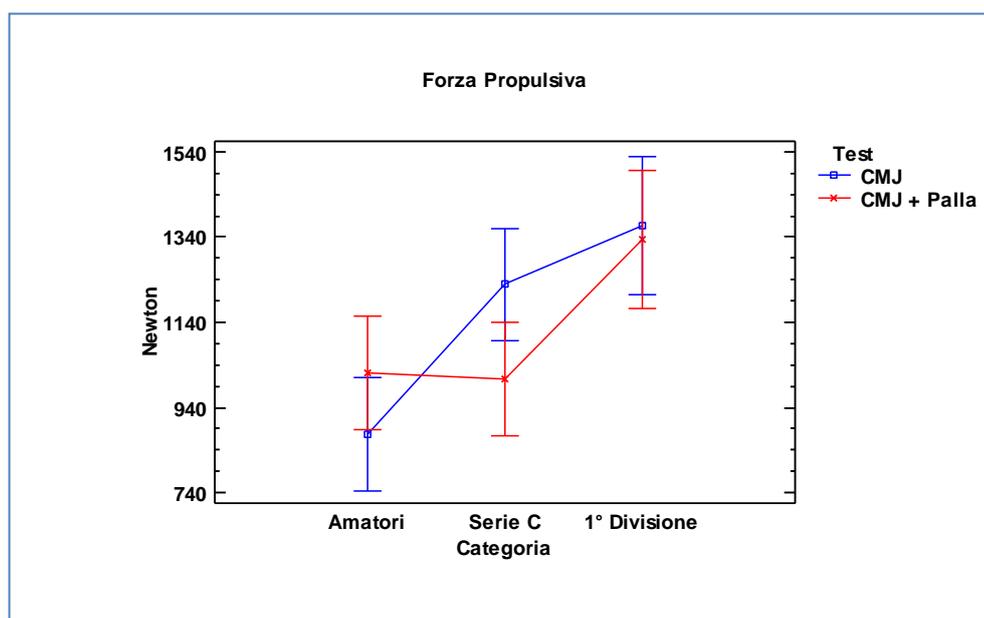


Grafico 2: Il grafico riporta i valori della Forza Propulsiva conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie.

Potenza concentrica

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro della potenza concentrica:

		CMJ + B	CMJ +B con PALLA
AMATORI	Media	1219,5	1762,6
	Dev. St.	±649.7	±422.2
1° DIVISIONE	Media	3033.2	2298.6
	Dev. St.	±246.7	±805.5
SERIE C	Media	1870.6	1729.6
	Dev. St.	±1435.8	±558.8

Tabella 11: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori della potenza concentrica conseguiti nel Cmj + b sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Per questo parametro dalla tabella 12 possiamo verificare che vi sono differenze ($p < 0,05$) tra le categorie in quanto il P-value = 0.0011 ma non vi sono risultati statisticamente significativi tra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo (P-value 0.6417).

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:CMJ.Categoria	1,02072E7	2	5,10358E6	8,18	0,0011
B:CMJ.Stimolo	137249,	1	137249,	0,22	0,6417
INTERAZIONI					
AB	3,01704E6	2	1,50852E6	2,42	0,1021
RESIDUO	2,49671E7	40	624178,		
TOTALE (CORRETTO)	3,82004E7	45			

Tabella 12: La tabella riporta l'analisi del Cmj + b per il parametro Potenza Concentrica (Somma dei quadrati tipo III).

Tuttavia, anche in questo caso, confrontando tra loro le varie categorie notiamo che vi sono differenze ($p < 0,05$) tra:

- “1° divisione” e “Amatori”
- “1° divisione” e “Serie C”

CMJ.Categoria	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Amatori	18	1491,05	186,216	X
Serie C	16	1800,1	197,512	X
1° Divisione	12	2665,85	228,068	X

Contrasto	Sig.	Differenza	+/- Limiti
1° Divisione – Amatori	*	1174,8	595,074
1° Divisione - Serie C	*	865,75	609,77
Amatori - Serie C		-309,05	548,632

Tabella 13: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro potenza concentrica per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa.)

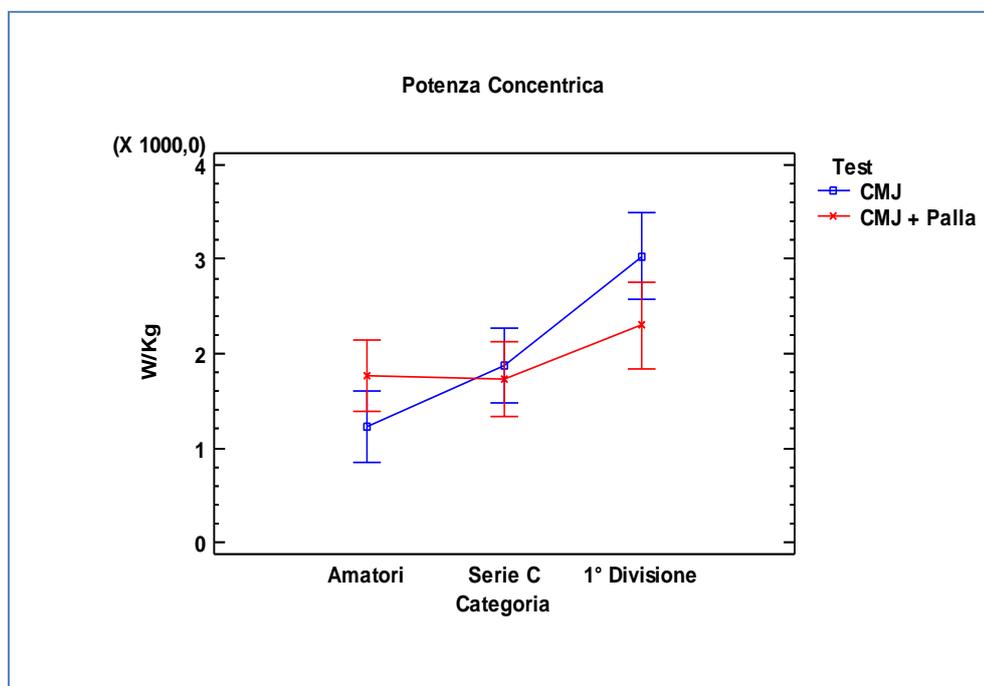


Grafico 3: Il grafico riporta i valori della Potenza concentrica conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie.

4.2 Analisi DROP JUMP

Per l'analisi del Drop Jump sono stati valutati i seguenti parametri: altezza max del salto, forza propulsiva e potenza concentrica.

Altezza massima salto

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro *Altezza massima salto*:

		DROP JUMP	DROP JUMP con PALLA
AMATORI	Media	26.2	27.3
	Dev. St.	±8.1	±6.2
1° DIVISIONE	Media	31.7	32.9
	Dev. St.	±16.7	±18.8
SERIE C	Media	34.4	34.5
	Dev. St.	±19.1	±19.3

Tabella 14: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori di altezza massima del salto conseguiti nel DROP JUMP, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Come si evidenzia dalla tabella 15 non vi sono differenze staticamente significative ne fra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo, ne fra le tre categorie.

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:B.CATEGORIA	557,574	2	278,787	1,17	0,3205
B:B.STIMOLO	6,41286	1	6,41286	0,03	0,8705
INTERAZIONI					
AB	3,25361	2	1,62681	0,01	0,9932
RESIDUO	10014,0	42	238,429		
TOTALE (CORRETTO)	10580,6	47			

Tabella 15: La tabella riporta l'analisi del DROP JUMP per il parametro Altezza max del salto (Somma dei quadrati tipo III)

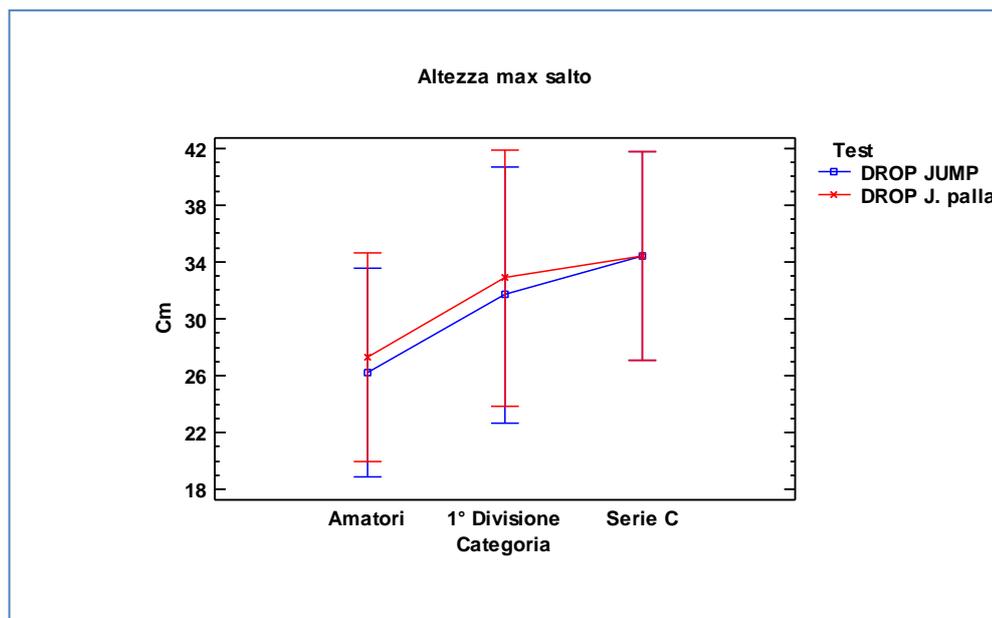


Grafico 4: Il grafico riporta i valori di Altezza massima del salto conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie

Forza propulsiva

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro *Forza Propulsiva*:

		DROP JUMP	DROP JUMP con PALLA
AMATORI	Media	685.7	660.0
	Dev. St	±364.8	±387.9
1° DIVISIONE	Media	1139.1	1179.3
	Dev. St.	± 501.6	±510.1
SERIE C	Media	964.6	991.9
	Dev. St.	±457.4	±511.1

Tabella 16: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori di Forza Propulsiva conseguiti nel DROP JUMP, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

La tabella 17 indica come vi sia una differenza statisticamente significativa tra le categorie (P-value 0.0169 e quindi $P < 0.05$), ma non per quanto riguarda i test con e senza lo stimolo della palla (P-value 0.9173).

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:B.CATEGORIA	1,84114E6	2	920570,	4,50	0,0169
B:B.STIMOLO	2233,93	1	2233,93	0,01	0,9173
INTERAZIONI					
AB	9815,41	2	4907,7	0,02	0,9763
RESIDUO	8,5904E6	42	204533,		
TOTALE (CORRETTO)	1,04427E7	47			

Tabella 17:La tabella riporta l'analisi del DROP JUMP per il parametro Forza Propulsiva (Somma dei quadrati tipo III)

Dalla tabella 18 si può notare la differenza ($p < 0,05$) tra le categoria, in particolare tra:

- “Amatori” e “1° Divisione”
- “Amatori” e “Serie C”

<i>B.CATEGORIA</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Sigma dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Amatori	18	672,872	106,597	x
Serie C	18	978,272	106,597	x
1° Divisione	12	1159,19	130,554	x

<i>Contrasto</i>	<i>Sig.</i>	<i>Differenza</i>	<i>+/- Limiti</i>
Amatori - Serie C	*	-305,4	304,229
Amatori - 1° Divisione	*	-486,319	340,138
Serie C - 1° Divisione		-180,919	340,138

Tabella 18: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Forza Propulsiva per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa.)

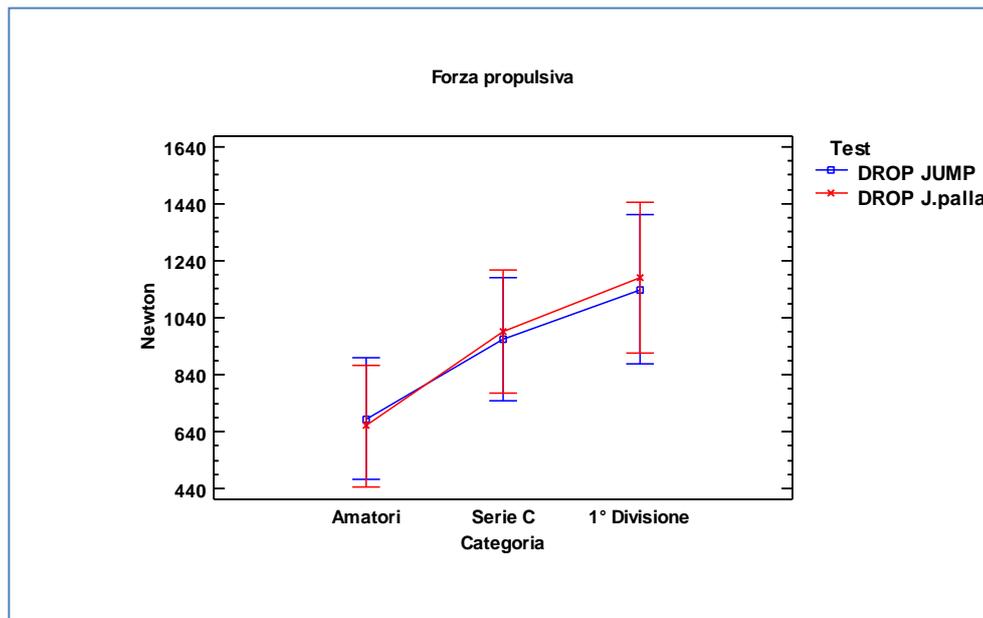


Grafico 5: Il grafico riporta i valori di Forza Propulsiva conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie.

Potenza concentrica

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro Potenza Concentrica:

		DROP JUMP	DROP JUMP con PALLA
AMATORI	Media	764.5	590.0
	Dev. St	±703.0	±566.9
1° DIVISIONE	Media	1993.4	2372.3
	Dev. St.	±1036.7	±1335.0
SERIE C	Media	1359.1	1320.5
	Dev. St.	±1124.5	±1237.7

Tabella 19: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori di Potenza Concentrica conseguiti nel DROP JUMP, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Come si può valutare dalla tabella 20 vi è una differenza statisticamente significativa tra le categorie in quanto il P-value risulta 0.0011, mentre non è vi alcuna differenza ($p < 0,05$) per quanto riguarda i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo (P-value 0.8551).

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:B.CATEGORIA	1,6358E7	2	8,17901E6	8,10	0,0011
B:B.STIMOLO	34122,2	1	34122,2	0,03	0,8551
INTERAZIONI					
AB	570366,	2	285183,	0,28	0,7554
RESIDUO	4,03834E7	40	1,00958E6		
TOTALE (CORRETTO)	5,73151E7	45			

Tabella 20: La tabella riporta l'analisi del DROP JUMP per il parametro Potenza Concentrica (Somma dei quadrati tipo III)

Analizzando nel particolare le tre categorie possiamo notare (tabella 21) che vi è una differenza statisticamente significativa tra:

- “1° Divisione” e “Amatori”
- “1° Divisione” e “Serie C”

<i>B.CATEGORIA</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Sigma dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Amatori	18	677,278	236,829	X
Serie C	16	1339,82	251,195	X
1° Divisione	12	2182,82	290,055	X

<i>Contrasto</i>	<i>Sig.</i>	<i>Differenza</i>	<i>+/- Limiti</i>
1° Divisione – Amatori	*	1505,55	756,813
1° Divisione - Serie C	*	843,006	775,503
Amatori - Serie C		-662,541	697,747

Tabella 21: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Potenza Concentrica per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa)

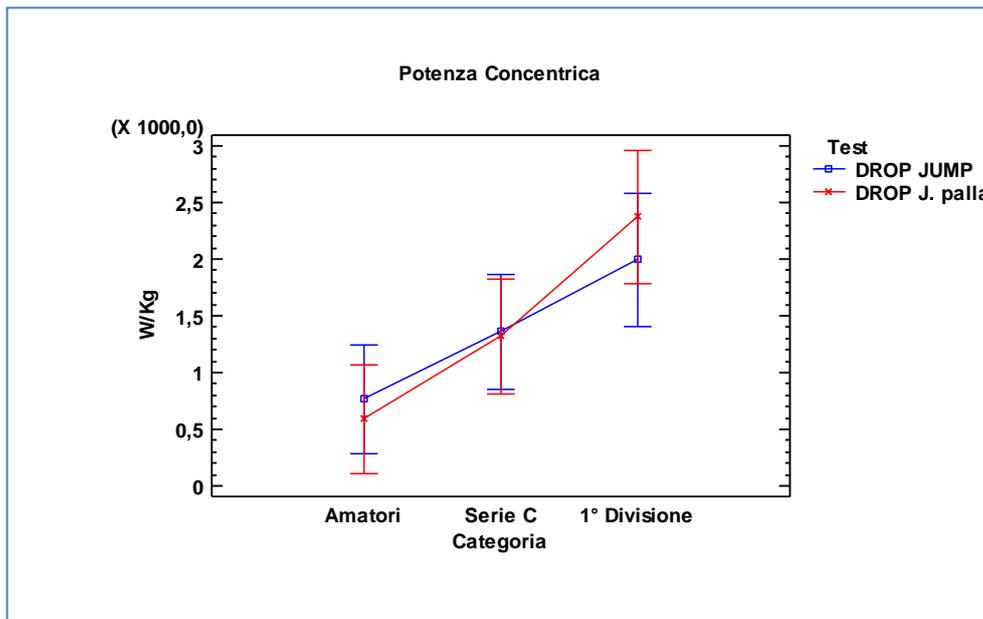


Grafico 6: Il grafico riporta i valori di Potenza Concentrica conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie.

4.3 Analisi STIFFNESS

Per l'analisi del test di Stiffness sono stati analizzati, oltre ai parametri di altezza, forza propulsiva e potenza concentrica, anche i valori ottenuti nei Tempi di contatto.

Altezza massima salto

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro *Altezza massima salto*:

		STIFFNESS	STIFFNESS con PALLA
AMATORI	Media	31.6	33.8
	Dev. St	±7.4	±11.9
1° DIVISIONE	Media	29.3	36.9
	Dev. St.	±8.7	±7.0
SERIE C	Media	45.0	39.9
	Dev. St.	±8.3	±12.8

Tabella 22: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori Altezza massima del salto conseguiti nello STIFFNESS, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

Come si può verificare dalla tabella 23, in questa tipologia di test, vi sono delle differenze ($p < 0,05$) tra le tre categorie in quanto il P-value = 0.0103 mentre non si registrano variazioni statisticamente significative nei test eseguiti con e senza stimolo visivo.

Sorgente	Somma dei quadrati	G.l.	Media dei quadrati	Rapporto F	P-value
EFFETTI PRINCIPALI					
A:STIFFNESS.CATEGORIA	1035,96	2	517,979	5,11	0,0103
B:STIFFNESS.STIMOLO	26,8129	1	26,8129	0,26	0,6096
INTERAZIONI					
AB	306,179	2	153,09	1,51	0,2324
RESIDUO	4255,12	42	101,312		
TOTALE (CORRETTO)	5604,23	47			

Tabella 23: La tabella riporta l'analisi dello STIFFNESS per il parametro Altezza massima del salto (Somma dei quadrati tipo III)

Analizzando le tre categorie (tabella 24) si può verificare che vi sono differenze ($p < 0.05$) tra:

- “Serie C” e “1° Divisione”
- “Serie C” e “Amatori”

STIFFNESS.CATEGORIA	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Amatori	18	32,7056	2,37244	X
1° Divisione	12	33,1333	2,90563	X
Serie C	18	42,4667	2,37244	X

Contrasto	Sig.	Differenza	+/- Limiti
1° Divisione – Amatori		0,427778	7,57015
1° Divisione - Serie C	*	-9,33333	7,57015
Amatori - Serie C	*	-9,76111	6,77095

Tabella 24: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Altezza max del salto per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa)

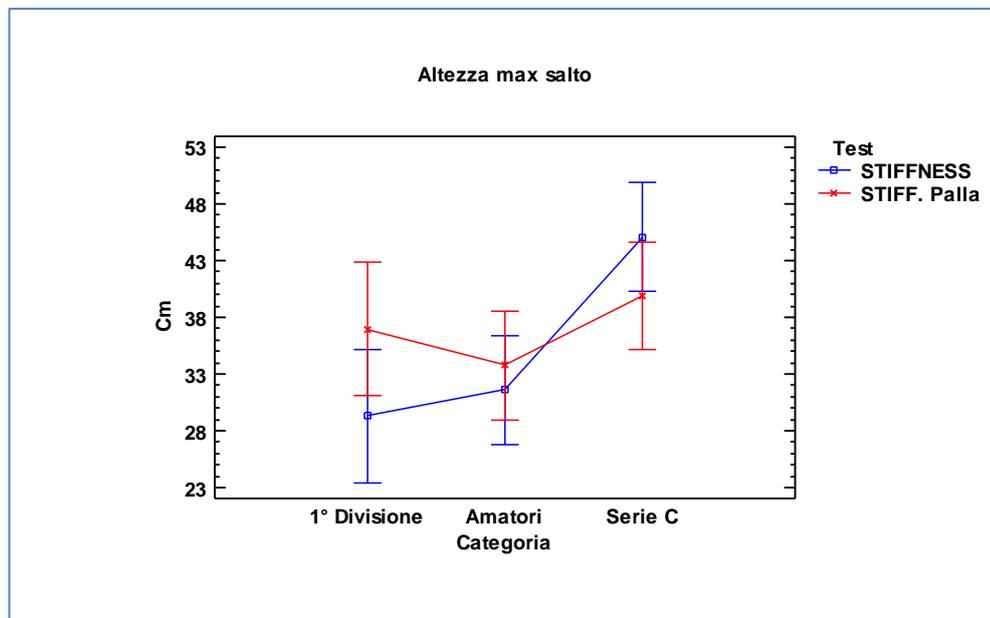


Grafico 7: Il grafico riporta i valori di Altezza massima del salto conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie

Forza propulsiva

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro della *Forza propulsiva*:

		STIFFNESS	STIFFNESS con PALLA
AMATORI	Media	2402.2	1797.5
	Dev. St	±864.6	±835.6
1° DIVISIONE	Media	3264.3	2680.6
	Dev. St.	±1238.3	±667.1
SERIE C	Media	2584.1	1966.2
	Dev. St.	±637.7	±706.9

Tabella 25: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori Forza Propulsiva conseguiti nello STIFFNESS, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie.

La tabella 26 mette in evidenza come vi siano differenze statisticamente significative sia tra le tre categorie (P= 0.0217) sia tra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo (P=0.0180)

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:STIFFNESS.CATEGORIA	5,82133E6	2	2,91067E6	4,20	0,0217
B:STIFFNESS.STIMOLO	4,19485E6	1	4,19485E6	6,06	0,0180
INTERAZIONI					
AB	2113,63	2	1056,82	0,00	0,9985
RESIDUO	2,90858E7	42	692520,		
TOTALE (CORRETTO)	3,92929E7	47			

Tabella 26: : La tabella riporta l'analisi dello STIFFNESS per il parametro Forza Propulsiva (Somma dei quadrati tipo III).

Nelle tabelle seguenti vengono riportati nel dettaglio le differenze tra i test eseguiti con e senza la palla ($p < 0,05$).

<i>STIFFNESS.STIMOLO</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Sigma dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
STIFFNESS + PALLA	24	2148,1	172,985	×
STIFFNESS	24	2750,19	172,985	×

<i>Contrasto</i>	<i>Sig.</i>	<i>Differenza</i>	<i>+/- Limiti</i>
STIFFNESS - STIFFNESS + PALLA	*	602,094	493,699

Tabella 27: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Forza Propulsiva per la variabile stimolo (* indica una differenza statisticamente significativa.)

Per quanto riguarda le categorie vi sono differenze statisticamente significative tra:

- “1° Divisione” e “Amatori”
- “1° Divisione” e “Serie C”

<i>STIFFNESS.CATEGORIA</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Sigma dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Amatori	18	2099,87	196,146	×
Serie C	18	2275,14	196,146	×
1° Divisione	12	2972,43	240,229	×

<i>Contrasto</i>	<i>Sig.</i>	<i>Differenza</i>	<i>+/- Limiti</i>
1° Divisione – Amatori	*	872,553	625,878
1° Divisione - Serie C	*	697,281	625,878
Amatori - Serie C		-175,272	559,802

Tabella 28: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Forza Propulsiva per Categoria (* indica una differenza statisticamente significativa)

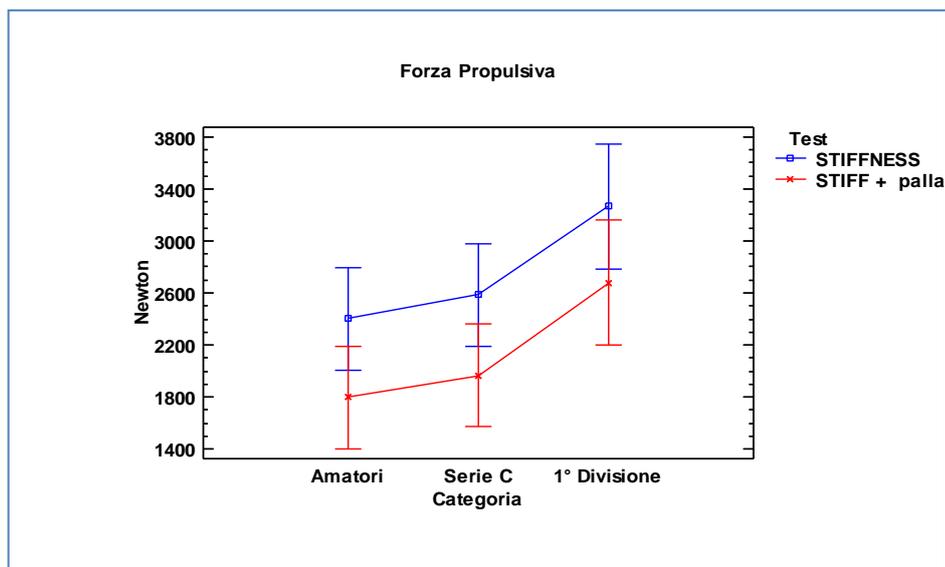


Grafico 8: Il grafico riporta i valori di Forza Propulsiva del salto conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie.

Potenza Concentrica

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro *Potenza concentrica*:

		STIFFNESS	STIFFNESS con PALLA
AMATORI	Media	1761.6	1328.4
	Dev. St	±945.8	±1089.9
1° DIVISIONE	Media	2844.0	2498.1
	Dev. St.	±1581.7	±1062.9
SERIE C	Media	2783.3	1766.3
	Dev. St.	±1301.0	±1312.2

Tabella 29: La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori Potenza Concentrica conseguiti nello STIFFNESS, con e senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie

Anche nel test di Stiffness per il parametro potenza concentrica si verifica una differenza statisticamente significativa tra le categorie (P=0.0438) ma non tra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo (P= 0.1064).

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
EFFETTI PRINCIPALI					
A:STIFFNESS.CATEGORIA	9,94417E6	2	4,97208E6	3,39	0,0438
B:STIFFNESS.STIMOLO	4,0046E6	1	4,0046E6	2,73	0,1064
INTERAZIONI					
AB	1,01233E6	2	506163,	0,34	0,7104
RESIDUO	5,87192E7	40	1,46798E6		
TOTALE (CORRETTO)	7,40037E7	45			

Tabella 30: La tabella riporta l'analisi dello STIFFNESS per il parametro Potenza Concentrica (Somma dei quadrati tipo III).

In particolare troviamo differenze statisticamente significative tra le categorie:

- “1° Divisione e Amatori”

<i>STIFFNESS.CATEGORIA</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Sigma dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Amatori	18	1545,0	285,577	x
Serie C	16	2274,83	302,901	xx
1° Divisione	12	2671,05	349,759	x

<i>Contrasto</i>	<i>Sig.</i>	<i>Differenza</i>	<i>+/- Limiti</i>
1° Divisione – Amatori	*	1126,05	912,593
1° Divisione - Serie C		396,219	935,13
Amatori - Serie C		-729,831	841,369

Tabella 31: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Potenza Concentrica per Categoria(* indica una differenza statisticamente significativa)

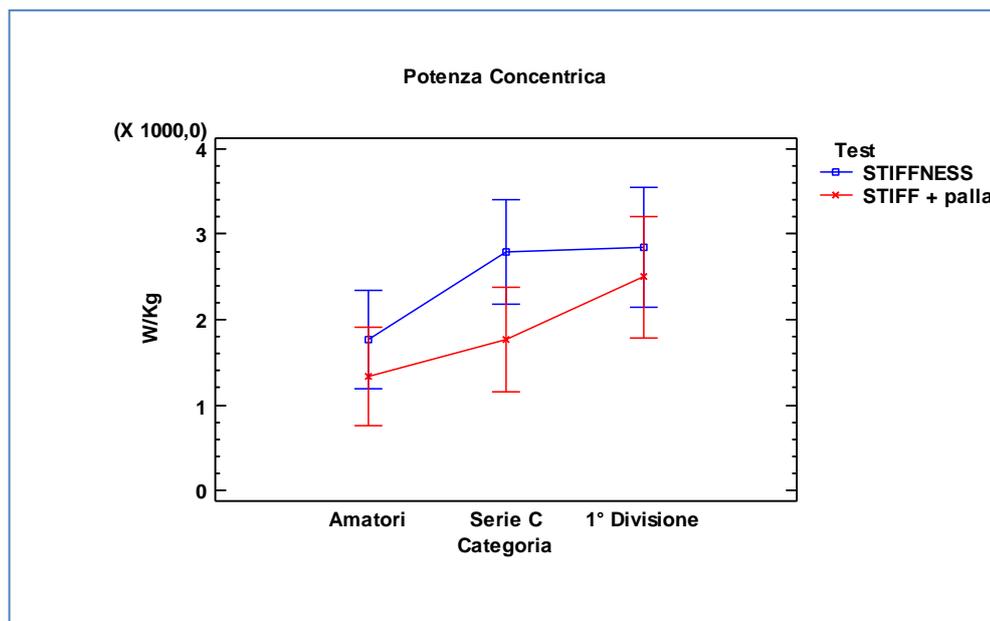


Grafico 9: Il grafico riporta i valori di Potenza Concentrica del salto conseguiti ,con e senza la palla, nelle tre categorie

Tempi di contatto

Nella tabella seguente sono presenti la media e la deviazione standard dei valori conseguiti dalle atlete nei test con e senza lo stimolo visivo per quanto riguarda il parametro *Tempi di Contatto*:

		STIFFNESS	STIFFNESS con PALLA
AMATORI	Media	19,1	50,5
	Dev. St	± 18,4	± 52,6
1° DIVISIONE	Media	17,1	37,0
	Dev. St.	± 22,1	± 49,7
SERIE C	Media	30,9	54,0
	Dev. St.	± 32,0	± 55,7

Tabella32 : La tabella riporta la media e la deviazione standard dei valori Tempi di Contatto conseguiti nello STIFFNESS, sia con che senza lo stimolo visivo, nelle tre categorie

Come si può notare dalla tabella 33 vi è differenza ($p < 0,05$) tra i test eseguiti con e senza lo stimolo della palla, ma non si riscontrano differenze tra le categorie.

Sorgente	Somma dei quadrati	G.l.	Media dei quadrati	Rapporto F	P-value
EFFETTI PRINCIPALI					
A:STIFFNESS.STIMOLO	7114,77	1	7114,77	4,11	0,0490
B:STIFFNESS.CATEGORIA	1738,32	2	869,161	0,50	0,6088
AB	277,223	2	138,611	0,08	0,9232
RESIDUO	72686,8	42	1730,64		
TOTALE (CORRETTO)	82446,8	47			

Tabella 33: La tabella riporta l'analisi dello STIFFNESS per il parametro Tempi di contatto (Somma dei quadrati tipo III).

STIFFNESS.STIMOLO	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
STIFFNESS	24	22,3537	8,64758	X
STIFFNESS + PALLA	24	47,15	8,64758	X

Contrasto	Sig.	Differenza	+/- Limiti
STIFFNESS - STIFFNESS + PALLA	*	-24,7963	24,6802

Tabella 34: La tabella riporta i test del range multipli per il parametro Tempi di contatto per Stimolo (* indica una differenza statisticamente significativa)

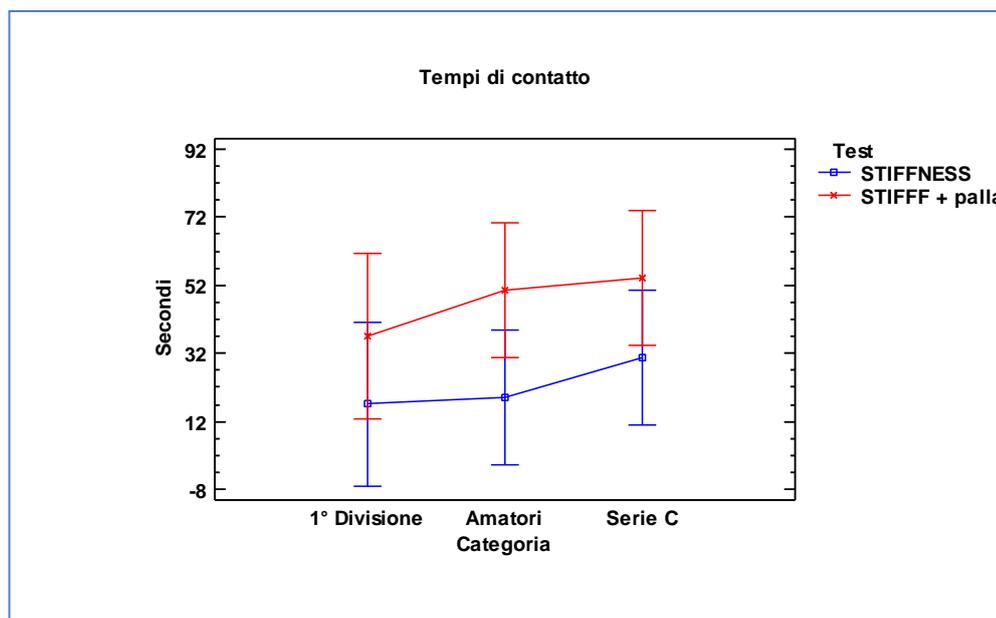


Grafico 10: Il grafico riporta i valori dei Tempi di Contatto del salto conseguiti, con e senza la palla, nelle tre categorie

5. Discussione

Lo scopo della tesi è quello di indagare gli effetti determinati da uno stimolo visivo per la valutazione della forza in differenti categorie.

I dati analizzati indicano che non vi è differenza ($p < 0,05$) tra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo. Questo sembra non concordare con i risultati elaborati da Marta Del Sal e dai suoi collaboratori (Marta Del Sal et al., 2005), nel quale invece si erano verificati dei miglioramenti nel salto in coloro che si erano allenati con lo stimolo palla. Ciò nonostante, anche nel loro studio non sono stati riscontrate differenze nei parametri del $Cmj + b$ tra gruppo campione e gruppo sperimentale.

Da un'analisi più approfondita si evidenzia che i test di Stiffness siano influenzati dallo stimolo palla. Infatti, la Forza propulsiva è minore nei test con lo stimolo palla ($p < 0,05$), mentre i tempi di contatto risultano maggiori ($p < 0,05$). Questi dati potrebbero essere causati da una difficoltà da parte delle giocatrici nel coordinare il gesto tecnico del salto con lo stimolo. Infatti, nel test di Stiffness l'atleta deve coordinarsi più volte per eseguire i salti consecutivi e nel caso della valutazione con stimolo deve ricercare la perpendicolare della palla. Questo fa sì che aumenti il tempo di contatto a terra e conseguentemente la fase di accelerazione con ricaduta sulla forza propulsiva.

Quanto appena descritto ci fa supporre che la valutazione dello Stiffness con palla possa essere elemento coordinativo per una valutazione più complessa, piuttosto che di stimolo.

In questo lavoro di tesi, oltre che analizzare i valori ottenuti tra i test eseguiti con e senza lo stimolo visivo "palla", sono state analizzate le differenze tra le categorie. Si riscontra in quasi la maggior parte dei valori, che la categoria degli "amatori" riporta risultati inferiori rispetto agli altri due gruppi ($p < 0,05$), mentre la "1° Divisione", contrariamente alle aspettative, ha riportato in quasi tutti i parametri valori più elevati ($p < 0,05$). Analizzando in maniera più dettagliata i dati ottenuti dal confronto della variabile categoria, possiamo notare degli aspetti interessanti. Nel $Cmj+b$, vi sono differenze ($p < 0,05$) per quanto riguarda il parametro altezza massima del salto, dove il gruppo degli "amatori" ha ottenuto dei valori inferiori di altezza. Questi dati trovano conferma anche in uno studio del 2007 condotto per esaminare il salto e le prestazioni di agilità nelle Divisioni I, II e III della "National Collegiate Athletic Association".

In questo elaborato è stato constatato come l'altezza del salto risulti maggiore nella categoria di livello più alta (Divisione 1) rispetto alle altre due divisioni (Barnes et al., 2007), a sostegno dei nostri risultati. Per quanto riguarda gli altri parametri analizzati, forza propulsiva e potenza concentrica, troviamo differenze statisticamente significative tra le categorie ($p < 0,05$). Nell'analisi Post Hoc scopriamo che è il gruppo appartenente alla categoria "1° Divisione" a presentare i valori più elevati.

Nel test Drop Jump troviamo differenze tra le categorie ($p < 0,05$) per quanto riguarda i parametri di forza propulsiva e potenza concentrica ma non nel parametro altezza massima del salto. Infatti, nel parametro di forza è la categoria "amatori" a riportare valori inferiori, mentre per i dati di potenza concentrica è ancora la "1° divisione" a realizzare dei valori migliori.

Infine, per quanto riguarda il test di Stiffness, troviamo differenze statisticamente significative tra le categorie per tutti i parametri analizzati ($p < 0,05$). Nello specifico nel parametro altezza massima del salto è la squadra di "Serie C" a riportare valori elevati con un'altezza media di 45 cm. Tale dato trova riscontro anche in letteratura, nei test di Bosco – Vittori che riportano come altezza di salto nella pallavolo femminile il valore di 45.2 cm (Dal monte & Faina, 1999). La "1° Divisione" ottiene valori più elevati ($p < 0,05$) di Forza propulsiva e potenza concentrica.

In quasi tutti i test effettuati scopriamo, quindi, che per i parametri di Forza propulsiva e Potenza concentrica è la "1° Divisione" (età media 23 ± 4.3) a riportare dei valori maggiori. Il gruppo "Amatori" probabilmente presenta questi valori perché la categoria è di livello molto più basso rispetto alle altre, anche gli allenamenti sono ridotti di quantità e probabilmente di qualità. Per quanto riguarda l'aspettativa del gruppo "Serie C" (massima serie analizzata) possiamo interpretare che i valori ottenuti siano condizionati dalla giovane età delle atlete analizzate in confronto al gruppo "1° Divisione". Inoltre, la quantità di allenamenti effettuati da questi ultimi due gruppi è simile, confermando l'ipotesi che la differenza tra queste categorie sia minima ed in favore della "1° divisione" per i parametri muscolari, probabilmente dati dalla maggiore longevità di attività agonistica.

Concludendo quest'analisi tuttavia si deve tener presente di alcuni limiti che si sono verificati durante l'esecuzione dei test. Infatti, come illustrato precedentemente, il test di Stiffness eseguito con la palla non è risultato idoneo per la valutazione della forza, ma

ha dimostrato come possa essere utile ad un'analisi di tipo differente che implica la coordinazione.

Altro fattore da tenere in considerazione è che alcune atlete, in particolare appartenenti al gruppo “Amatori” e di “1° Divisione”, non si erano mai sottoposte a test di valutazione.

6. Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti da questo studio, possiamo affermare che lo stimolo “palla” non ha prodotto significative differenze. Tuttavia, il test di Stiffness ci ha rivelato come lo stimolo possa essere utile in una valutazione più complessa dove la coordinazione diviene elemento valutativo. Quest’ultimo aspetto può essere preso in considerazione per eventuali valutazioni future. Infatti, la coordinazione motoria è la capacità che permette di eseguire un qualsiasi movimento in modo più efficace e quindi risulta necessario allenarla e valutarla in maniera adeguata in tutte le categorie. A sostegno di quanto detto, Ciccarone e i suoi collaboratori (Ciccarone et al., 2005) hanno analizzato che, a causa delle modifiche di alcune regole come ad esempio il cambio palla, nella pallavolo i ritmi di gioco sono aumentati, e questo ha portato gli atleti a relazionarsi con un numero maggiore di stimoli in tempi brevi. Oltre a ciò in letteratura viene riportato che le fasi più intense di gioco nella pallavolo possono durare fino a 8-9 secondi e che in una partita le femmine possono effettuare 108-115 salti (Manno Renato, 2002). Per cui è molto importante negli sport, come la pallavolo, dove le situazioni cambiano costantemente, sapere coordinare i vari gesti tecnici con gli stimoli che si presentano, anche per una maggiore prevenzione da eventuali infortuni.

L'accelerometro risulta essere un ottimo strumento, pratico e di facile utilizzo che può aiutare nella valutazione della forza, viste anche le sue innumerevoli applicazioni.

In futuro potrebbe essere utile sviluppare il software del dispositivo per verificare la posizione del soggetto durante il test oppure configurarlo alle misurazioni dei gesti tecnici specifici della pallavolo come per esempio il gesto d'attacco.

7. Bibliografia

- Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C.** (2007). RELATIONSHIP OF JUMPING AND AGILITY PERFORMANCE IN FEMALE VOLLEYBALL ATHLETES: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1192–1196.
- Ciccarone, G., Fontani, G., Albert, A., Zhang, L., & Cloes, M.** (2005). Analisi delle caratteristiche antropometriche e delle capacità di salto di giovani pallavolisti d'alto livello. *Medicina Dello Sport*, 58(1).
- Dal monte, A., & Faina, M.** (1999). *Valutazione dell'atleta*. Utet.
- Doğan, B.** (2009). Multiple-choice reaction and visual perception in female and male elite athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(1), 91–96.
- Feldman, R.** (s.d.). *Psicologia generale*.
- Manno Renato.** (2002). *La forza negli sport*. Utet.
- Marta Del Sal, Marco Bruno Luigi Rocchi, & Guido Re.** (2005). Allenamento per lo sviluppo della forza esplosivo-reattivo-balistica nella pallavolo: applicazione ed analisi.
- Mencarelli, M.** (2012). *Le guide della pallavolo. Manuale allievo - allenatore*. Calzetti e Mariucci editori.

Pittera, C. (1980). *Pallavolo dentro il movimento*.

Silverthone Dee Unglaub. (2010). *Fisiologia umana. Un approccio integrato*. Pearson
Italia.

Tamorri, S. (1999). *Neuroscienza e Sport*. Utet.

Weineck, J. (2007). *L'allenamento ottimale*. Calzetti e Mariucci editori.

Ringraziamenti

I miei più sinceri ringraziamenti vanno al Prof. Andrea Cattozzo che mi ha permesso di realizzare questo studio grazie alla sua esperienza e alla sua disponibilità.

Inoltre dedico questo traguardo alla mia famiglia senza la quale non avrei potuto portare a termine il percorso di studi, al mio ragazzo che mi ha sempre supportato e sopportato sia nei momenti belli che in quelli brutti e non ha mai smesso di credere in questo mio sogno.

Un ulteriore ringraziamento va alle mie amiche di sempre: Francesca, Eleonora, Martina S., Martina I e Sara e naturalmente alle mie colleghe di studio e spero in futuro anche di lavoro: Elena, Veronica, Carlotta, Laura, Federica, Chiara e Rosa.

Un ringraziamento speciale lo dedico al mio babbo che mi ha trasmesso la passione per lo sport e non mi ha mai fatto mancare il suo sostegno anche nei momenti più difficili.