

In quest'ultima puntata completiamo il

cap. 4 Analisi e Valutazione dei Dati

e illustrerò con ultime considerazioni il lavoro fatto, gli aspetti da approfondire e le prospettive future.

L'analisi dei dati della **3° sezione del questionario "impressioni soggettive"**, esamina la parte relativa alle percezioni fisiche per il contatto con l'impugnatura; nella tabella seguente riporto le impressioni che il tiratore J/R ha quando impugna l'arma per il tiro.

Tabella 4 6 - percezioni fisiche dell'impugnatura

		Percezione dimensionale dell'impugnatura					Zone di fastidio sulla mano			
		larga	stretta	grande	piccola	giusta	nulla	palmo	Appoggio dita	forcella
SI	Totale	7	6	2	6	53	36	8	9	15
	F	4	1	0	2	15	6	2	5	7
	M	59	58	64	60	13	30	58	57	51
NO	totale	59	58	64	60	13	30	58	57	51
	F	15	18	19	17	4	13	17	14	12
	M	44	42	45	43	9	17	42	43	37

Le informazioni deducibili dalla tabella 4-6 sono le seguenti:

- per le dimensioni principali larga/stretta e grande /piccola i SI rappresentano meno del 10% delle risposte mentre i "SI, è giusta" rappresentano l'80% ed i No il 20% che sono una percentuale significativa;
- nella colonna "nulla" c'è un problema semantico: entrambe le risposte potrebbero essere corrette per cui appare opportuno non doverne tenere conto;
- le segnalazioni di un "fastidio" danno, rispettivamente le seguenti percentuali:
 - palmo 12%
 - appoggio delle dita 13,6%
 - forcella 22,7%
- tutte le segnalazioni di "NO" per la voce "giusta" trovano corrispettiva spiegazione in una o più "zone di fastidio" e/o nelle "percezioni dimensionali".

Per la parte “selfconfidence” della 3° sezione del questionario riportiamo nella tabella 4-7 la distribuzione delle risposte.

(selfconfidence = autostima per chi non avesse buona pratica dell'inglese o non ne conoscesse il significato)

Tabella 4 7 – selfconfidence

		sono soddisfatto o dell'impugnatura	modifica spesso l'impugnatura	se fosse più adatta farei punteggi migliori	quando la impugno la mia sicurezza aumenta	quando la impugno la sento mia	la mia prestazione è influenzata dall'impugnatura	dopo una sessione di tiro sento il bisogno di modifiche	quando la impugno vorrei un'altra impugnatura
SI	Totale	54	64	27	51	54	31	8	11
	F	14	0	3	14	16	4	2	3
	M	40	2	24	37	38	27	6	8
NO	totale	12	2	42	15	12	35	58	55
	F	5	0	16	5	3	15	17	16
	M	7	0	23	10	9	20	41	39

Le informazioni deducibili dalla tabella 4-7 riguardano sia il livello della autostima personale che il rapporto tiratore/impugnatura con i relativi possibili riflessi sulla prestazione sportiva; le considerazioni di seguito riportate riguarderanno, però, solo la parte relativa al rapporto tiratore/impugnatura.

Si annota, pertanto, che:

- la soddisfazione dell'impugnatura in uso è parzialmente elevata dovendosi registrare il 18% di insoddisfatti;
- una elevata richiesta di avere una impugnatura più performante (41%) con una larga maggioranza di maschi;
- un 18% di tiratori che non si sentono convinti dell'impugnatura che hanno;
- il 47% dei tiratori ritiene che la sua prestazione è influenzata dall'impugnatura, anche in questo caso con una larga maggioranza di maschi;
- il 12 % che richiede modifiche all'impugnatura dopo una sessione di tiro,e
- il 16,6% che vorrebbe avere un'altra impugnatura quando impugna quella in uso.

Al di là delle considerazioni sul carattere e l'autostima dei tiratori, argomenti che non rientrano nello scopo di questo project work, si evidenziano, tuttavia, elevate

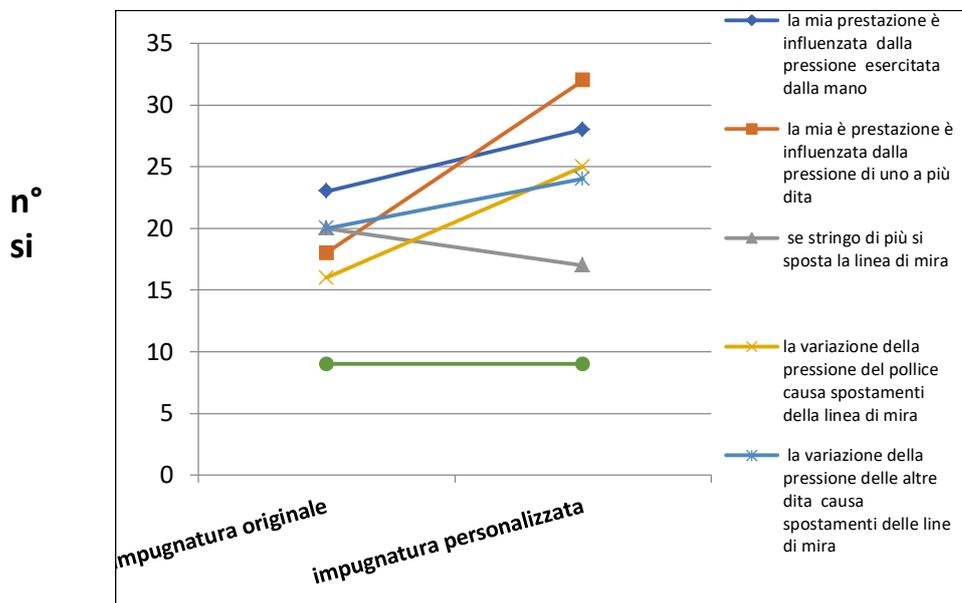
percentuali di richieste per impugnature che siano più performanti o che diano un miglior senso di sicurezza al tiratore.

(Nota: ricordo che sono stati presi in esame giovani tiratori J/R che, per quanto di buona levatura tecnica, sono in età evolutiva sia nel fisico che nelle attitudini e caratteristiche comportamentali e di carattere.)

Una ulteriore analisi della 3° sezione viene dai dati della parte “percezione degli effetti dell’azione dinamico-pessoria”, di cui, per comodità, si riportano di seguito le instestazioni delle colonne della matrice dei dati:

la mia prestazione è influenzata dalla pressione esercitata dalla mano	la mia prestazione è influenzata dalla pressione di uno o più dita	se stringo di più si sposta la linea di mira	la variazione della pressione del pollice causa spostamenti della linea di mira	la variazione della pressione delle altre dita causa spostamenti delle linee di mira	allo sgancio del colpo aumento la pressione delle dita
--	--	--	---	--	--

Nella figura 4-14 è riportato il grafico delle risposte suddivise nei due modelli delle impugnature:



Dall’esame del grafico è di tutto rilievo che il numero dei “SI” sia maggiore per le impugnature personalizzate rispetto alle impugnature originali ad eccezione per le serie “aumento della pressione allo sgancio del colpo” e “se stringo di più si sposta la linea di mira”.

In particolare l'aumento è significativo per l'influenza sulla prestazione delle variazioni di pressione del pollice e/o del resto delle dita mentre è meno sensibile per lo spostamento della linea di mira per le variazioni della pressione di tutta la mano e/o delle altre dita.

I valori percentuali sono molto elevati per ciascuna situazione illustrata nella tabella 4-8 sia che si faccia riferimento al totale delle risposte ricevute sia che si faccia riferimento alle sole risposte "SI":

l'esame del grafico della figura 4-14 e dei dati illustrati nella tabella 4-6 si prestano ad una accurata analisi delle sei situazioni oggetto dei quesiti ed alla individuazione delle possibili cause.

Poiché l'adozione di una impugnatura personalizzata dovrebbe migliorare sia la tenuta dell'arma durante l'esecuzione del gesto tecnico sia, conseguentemente, il rendimento agonistico dell'atleta, le alte percentuali delle segnalazioni di difficoltà nella tenuta dell'arma e della conseguente maggiore difficoltà ad eseguire correttamente il gesto tecnico lasciano intravedere possibili anomalie nella modellazione delle impugnature.

Tabella 4 8 - percezione degli effetti dell'azione dinamico pressoria.
Rapporti con i modelli delle impugnature e percentuali

	n°SI	N° SI imp. Orig.	N° SI imp. Pers.	% SI sul tot	% Si imp orig sul tot	% Si imp pers sul tot	% Imp orig su n° SI	% Imp pers su n° SI
la mia prestazione è influenzata dalla pressione esercitata dalla mano	51	23	28	77,2	35	42	45	55
la mia prestazione è influenzata dalla pressione di uno o più dita	50	18	32	76	27	48,5	36	64
se stringo di più si sposta la linea di mira	37	20	17	56	30	25,7	54	46
la variazione della pressione del pollice causa spostamenti della linea di mira	41	16	25	62	24,2	37,9	39	61
la variazione della pressione delle altre dita causa spostamenti delle linee di mira	44	20	24	66,6	30,3	36,3	45,4	54,6
allo sgancio del colpo aumento la pressione delle dita	18	9	9	27,3	13,6	13,6	50	50

Dalla valutazione dei dati della tabella 4.8 possiamo, pertanto, dedurre che:

- le impugnature personalizzate non sempre sono adatte all'anatomia e fisiologia della mano del tiratore (uno degli esperti dal panel cita non a caso il termine "ortopediche" piuttosto che "anatomiche" come riferimento per una buona impugnatura) o che, probabilmente, non hanno seguito adeguatamente lo sviluppo fisico del tiratore.
- in un'alta percentuale dei casi la distribuzione delle pressioni sull'impugnatura da parte delle dita non è omogenea sulle varie parti dell'impugnatura ed i suoi vettori non concorrono alla tenuta equilibrata dell'arma.
- I risultati di gara sono influenzabili in misura anche significativa dalla distribuzione delle pressioni sulle varie parti dell'impugnatura.
- L'appoggio per il pollice (e la forcella) deve essere più accuratamente modellato per essere più rispondente alla anatomia e fisiologia della mano per assicurare una certa direzione alla pressione esercitata dal pollice. Questa osservazione è coerente anche con quanto rilevato in precedenza.

Project Work comprende anche il capitolo 5 "Verifica degli obiettivi dello studio" (in pratica un brevissimo riassunto delle valutazioni fatte con considerazioni aggiuntive) ed il capitolo 6 "Conclusioni e suggerimenti" di seguito riportati e commentati.

5 VERIFICA DEGLI OBIETTIVI DELLO STUDIO

In questo capitolo sono riassunte le valutazioni dei dati ottenuti dalle risposte al questionario e confrontate con le nozioni di fisiologia della mano e con gli esiti degli studi sperimentali su arti robotici.

Le differenze rilevabili tra la attuale tecnica usata per impugnare e controllare l'arma durante il tiro, la attuale forma delle impugnature, i contenuti delle risposte al questionario ed i risultati delle ricerche, eseguite sia in campo clinico che robotico, fanno ritenere che non si tengano nella dovuta considerazione le caratteristiche della fisiologia della mano e che, sinora, nella modellazione delle impugnature si sia spesso operato per tradizione, pratico uso e adattamenti talvolta molto artigianali.

(Nota: conosco personalmente due artigiani di impugnature che lavorano con professionalità, estrema competenza e validità nella modellazione delle impugnature. Hanno stili e modalità di lavoro diverse ma i loro prodotti sono rilevanti e accurati: entrambi sono ovviamente esclusi dalla valutazione di cui sopra.)

L'indagine esplorativa ha preso in considerazione l'analisi biomeccanica della mano, l'azione delle dita sulle varie parti dell'impugnatura e le sensazioni ed impressioni degli utilizzatori dell'attrezzo sportivo, ponendosi come obiettivi:

- Verificare la funzionalità dell'azione biomeccanica della mano del tiratore sulla impugnatura di un attrezzo ad aria compressa per il tiro di precisione,
- analizzare le sensazioni e delle impressioni dei tiratori durante l'esecuzione di un tiro,
- individuare possibili aree di approfondimento tematico e/o di miglioramento.

I risultati degli studi di cui al cap 3.2 indicano che:

- La forza esprimibile dai polpastrelli di ciascun dito è maggiore della forza esercitabile dalle altre falangi; (Nota: evitarne l'uso)
- La forza esercitabile dalle varie dita vede il maggior contributo espresso dal dito medio e dall'indice, nell'ordine indicato;
- La forza esercitabile sui cilindri dinamometrici è maggiore per cilindri tra i 30 ed i 35 cm di diametro e diminuisce sensibilmente con l'aumentare del diametro del cilindro;
- La maggior forza esercitabile si ottiene quando le dita si contrappongono completamente al palmo della mano;
- I muscoli che sono in grado di esercitare la maggior forza sono i FDS (flessori digitali superficiali) ed i FDP (flessori digitali profondi).

Pur dovendo considerare le limitazioni riferibili allo studio effettuato con mano da cadavere ed impiego di oggetti cilindrici, i risultati sono molto indicativi circa le caratteristiche biomeccaniche della mano e costituiscono un valido riferimento per lo studio in oggetto.

5.1 Funzionalità Dell'Azione Biomeccanica Del Tiratore

Le correlazioni effettuate con l'analisi statistica hanno evidenziato che:

- la maggiore superficie a contatto con l'impugnatura facilita una maggiore sensibilità e valutazione;
- la morsa dei metacarpi di pollice e indice consente, quando correttamente applicata, una buona tenuta dell'arma;
- le percezioni di "tutta la mano" durante le fasi "durante e dopo lo sgancio del colpo", indicano la stretta dipendenza dall'anatomia e fisiologia della mano

- l'attenzione dedicata alla morsa metacarpale pollice-indice riduce l'attenzione alla pressione esercitabile con le altre dita con conseguente aumento della probabilità di avere la disomogenea distribuzione delle pressioni esercitate sull'impugnatura

La direzione vettoriale della pressione del pollice è un elemento essenziale per comprendere il grado di "opposizione" esercitato dal pollice e la reazione delle altre parti della mano.

Inoltre, per quanto riguarda la percezione della pressione esercitata sull'impugnatura, sono state evidenziate alcune significative differenze tra gli juniores uomini e le juniores donne; segnatamente le juniores donne rispetto agli juniores uomini si differenziano come segue:

- la percezione della pressione della mano durante la fase dello sgancio del colpo è risultata maggiore della pressione esercitata durante le altre due fasi "prima" e "dopo" lo sgancio, laddove sarebbe necessaria una maggiore uniformità pressoria per tutte e tre le fasi,
- una propensione al maggior uso del dito medio nella tenuta dell'impugnatura,
- elevata variazione nelle priorità dell'uso delle dita,

differenze che potrebbero confluire in un unico effetto controproducente nella esecuzione del gesto tecnico ed influenzare negativamente la prestazione.

5.2 Sensazioni Ed Impressioni Dei Tiratori

Sono numerose le indicazioni relative a problematiche nell'uso delle impugnature sia che siano originali sia che siano personalizzate; in particolare, tra le più significative:

- una elevata richiesta di avere una impugnatura più performante (41%) con una larga maggioranza di maschi;
- il 47% degli juniores ritiene che la sua prestazione è influenzata dall'impugnatura, anche in questo caso con una larga maggioranza di maschi;
- il 18% è insoddisfatto dell'impugnatura in uso;

Le alte percentuali delle segnalazioni di difficoltà nella tenuta dell'arma (vds tab.4-8)

e della conseguente maggiore difficoltà ad eseguire correttamente il gesto tecnico lasciano intravedere probabili anomalie nella modellazione delle impugnature.

Al di là delle considerazioni sul carattere e l'autostima dei tiratori, si evidenziano elevate percentuali di richieste per impugnature che siano più performanti o che diano un miglior senso di sicurezza al tiratore.

In particolare:

- quando trattasi di impugnature personalizzate, hanno particolare rilievo le osservazioni relative allo spostamento della linea di mira a causa di maggiore pressione esercitata con pollice o con l'indice o con entrambi,
- le impugnature personalizzate non sempre sono adatte all'anatomia e fisiologia della mano,
- in un'alta percentuale dei casi la distribuzione delle pressioni sull'impugnatura da parte delle dita non è uniforme ed i relativi vettori della forza non concorrono alla tenuta equilibrata dell'arma, l'appoggio per il pollice (e la forcilla) deve essere più accuratamente modellato per essere più rispondente alla anatomia e fisiologia della mano per assicurare una certa direzione alla pressione esercitata dal pollice.

5.3 Aree Di Approfondimento Tematico

Da quanto emerso si possono individuare alcuni temi che meritano di essere approfonditi; si segnalano in particolare:

- Una diversa modellazione della forcilla e dell'appoggio per il pollice in funzione dell'anatomia della mano;
- Studio dei vettori delle forze applicate con la pressione delle dita sulle varie parti dell'impugnatura;
- Analisi delle differenze evidenziate dalle tiratrici juniores per le pressioni esercitate sulle parti dell'impugnatura durante l'esecuzione delle varie fasi del gesto tecnico;
- Le differenze riscontrate tra i tipi di impugnature prese in considerazione sia per quanto riguarda la biomeccanica della mano sia per quanto deriva dall'esame delle impressioni soggettive dei tiratori.

6 CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

L'indagine esplorativa sulla interazione tra la mano di un tiratore e l'impugnatura di un attrezzo ad aria compressa per il tiro agonistico di precisione ha permesso di evidenziare alcuni temi sui quali si potrebbe condurre uno studio dedicato e analisi più specifica.

Questo Project Work, pur non essendo esaustivo sull'argomento, ha tuttavia evidenziato che l'impugnatura potrebbe definirsi "questa sconosciuta" e, pur tenendo in debita considerazione le limitazioni e le difficoltà dell'argomento, meritevole di una profonda riflessione.

La difficoltà maggiore, come già evidenziato da S.Park nel suo studio, è definire dei parametri di riferimento per i seguenti motivi:

- L'estrema variabilità delle dimensioni delle falangi della mano, praticamente con soluzioni individuali per ogni singolo tiratore. Su questo punto è opportuno aprire una parentesi.

Recenti tendenze di studi sperimentali nel campo della robotica sono orientate a meglio definire la modellazione matematica della mano che tenga conto sia degli oltre 20 gradi di libertà del complesso osteo-muscolare sia la molteplicità delle dimensioni della mano che della ergonomia; studi che intendono prendere in considerazione non più i punti di contatto esterni ma la biomeccanica e l'ergonomia partendo dalle due principali dimensioni della mano: la larghezza del palmo e la lunghezza. (vedi figura 6-1)

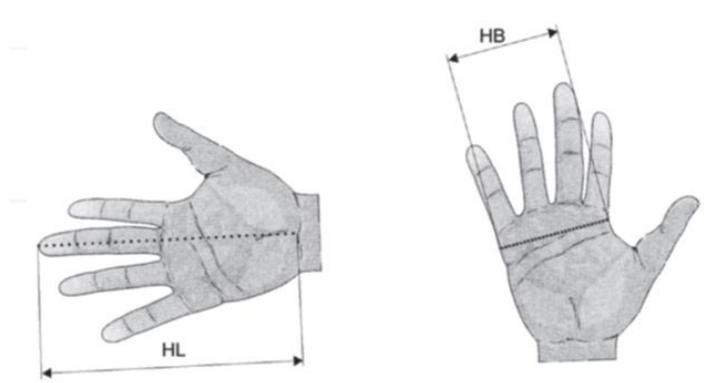


Figura 6 1 - le dimensioni principali della mano (HL: hand lenght, lunghezza della mano; HB hand breadth: larghezza della mano)
(fonte Joaquín L. Sancho-Bru)

A quanto sopra va aggiunto:

- La mancaza di schemi di allenamento che tengano conto di verifiche sulla tonicità dei muscoli interessati alla azione della mano
- I differenti livelli tecnici dei tiratori
- La progettazione delle armi sportive che vedono l'impugnatura come un accessorio più o meno rispondente a requisiti di ergonomia. (Nota: progettazione che probabilmente prende in considerazione l'accessorio impugnatura in ultima istanza)

Conseguentemente la progettazione di impugnature che ottimizzino l'azione della mano e delle dita non è stata oggetto di studi volti a migliorare il rendimento sportivo dell'atleta e ridurre e prevenire disturbi muscolo-scheletrali.

Un passaggio successivo al presente studio potrebbe essere indirizzato, nonostante le difficoltà di cui sopra, verso misure sperimentali della pressione esercitata dalle dita sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche e sotto sforzo psicofisico.

Partendo dai risultati sperimentali citati nello studio si potrebbero analizzare statisticamente le dimensioni delle mani per arrivare ad ottenere dei parametri di riferimento fisici utili a definire varie categorie di "mani tipo"; questo passaggio condurrebbe a definire un modello di impugnatura ergonomica adattabile ad ogni categoria di "mano tipo".

Nota: già nel 2014 era disponibile una più che discreta quantità di studi sulle capacità e modalità di prensione degli arti robotici; ho ottimi motivi di ritenere che in questi 10 anni gli studi effettuati nel frattempo abbiano fatti passi da gigante e pertanto le conclusioni ed i suggerimenti del capitolo 6 dovrebbero essere verificati accuratamente prima di procedere con nuove iniziative ed obiettivi.



Quello che avete sin qui letto è una versione ridotta quantitativamente del Project Work che ha evidenziato, oltre alla conferma scientifica di taluni orientamenti e impostazioni consolidate nel tempo, anche nuovi elementi di riflessione per le applicazioni pratiche.

Non è però da sottovalutare che, nonostante la complessità del sistema mano-impugnatura, qualche area di miglioramento possa essere ulteriormente individuata e tradotta in studi. Lavoro che, tuttavia, non può essere certamente sviluppato con i tempi compressi che furono assegnati per questo PW.

Ho dato la massima libertà di uso delle informazioni qui contenute e la disponibilità a fornire, se richieste, ulteriori parti del testo originale con la mia unica e amichevole richiesta che ne venga citata la fonte qualora parti di questo PW vengano trattate in pubblico.

Ringrazio Marco Masetti che ha ospitato e divulgato nel suo blog questo lavoro e tutti coloro che hanno avuto la pazienza e l'attenzione per arrivare a leggere fino a quest'ultima pagina.

G. Biagini