



RISULTATI: POSTURA

- ❏ Per l'OCRA CL, le valutazioni più negative sono state osservate per la spalla (nel 51% delle postazioni di lavoro) e la mano (18%), seguite dal polso (15%); per l'OREGE, le valutazioni più negative sono state osservate a livello del polso (nel 70% delle analisi).
- ❏ Sovraccarico a livello del rachide cervicale sono stati studiati solo con la Washington State Checklist (Caution Zone Checklist e Hazard Zone Checklist) e OREGA.



DISCUSSIONE



Verifica della "capacità di screening" degli item della Checklist dello Stato di Washington: abbiamo verificato se, per le attività risultate a rischio con la CZCL (33% del totale), il rischio potesse essere confermato utilizzando gli altri metodi:

maggior corrispondenza tra la valutazione preliminare del rischio, la Washington State Hazard Zone Checklist e l'OREGE

CONCLUSIONI

- ❏ Differenze nell'analisi delle frequenze e dei tempi di recupero
- ❏ Differenze nella valutazione delle **posture** (angoli e tempi di mantenimento)
- ❏ Nell'interpretazione di **situazioni a rischio ben definito** (elevato o assente) i metodi forniscono risultati sostanzialmente **sovrapponibili**.
- ❏ **Differenze** significative tra i metodi sono state invece dimostrate quando si analizzano situazioni a **rischio intermedio**, soprattutto quando esistono fattori preponderanti rispetto agli altri

Interpretazione dei risultati nei metodi ad indice sintetico

Nei metodi ad indice sintetico va sottolineata l'importanza di non utilizzare unicamente ed **acriticamente il solo indice finale**, ma di tenere conto di tutti gli elementi analitici di valutazione dell'effettivo carico dei diversi segmenti dell'arto superiore: **analisi con criterio topografico**

Tutti i metodi propongono di risolvere un **problema multifattoriale** di incerta definizione riconducendolo ad una sintesi di un numero limitato di fattori per derivare un **indice "risolutivo"**

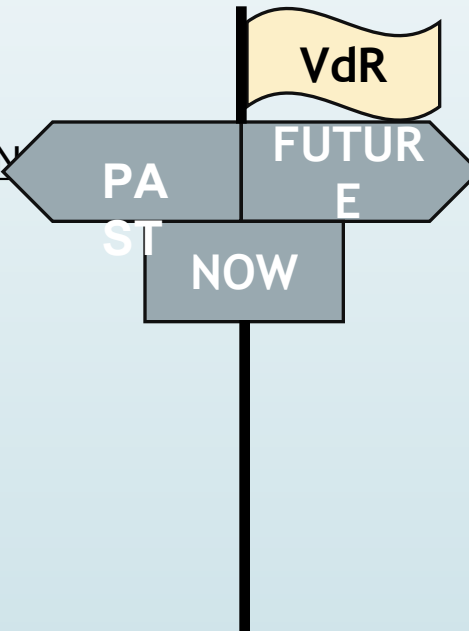
NUOVE PROSPETTIVE

PER L'OGGETTIVAZIONE DEI FATTORI DI RISCHIO

POSTURA

METODI OSSERVAZIONALI

- OCRA
- MAPO
- OREGÉ
- ISO 11226
- ISO 11228
- etc

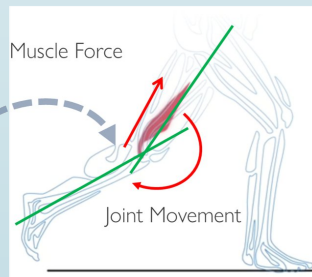
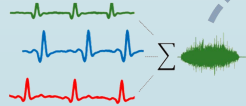
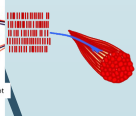
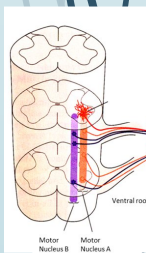
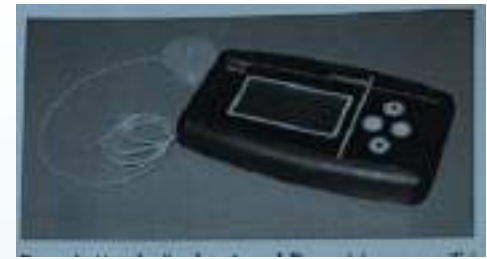


MISURAZIONE OGGETTIVA

- ✓ Sensori optometrici
- ✓ Sensori inerziali

A fianco dei tradizionali metodi osservazionali o di intervista del lavoratore, sono state sviluppate negli ultimi anni tecniche strumentali con lo scopo di oggettivare l'analisi stessa, riducendo al minimo la soggettività della valutazione nonché la variabilità intra e inter operatore.

Sistemi opto-elettronici
Sistemi inerziali (IMU)
Celle di carico
Visori
EMG



LE NUOVE TECNOLOGIE



NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOML di Brescia

ATTIVITÀ INFERMIERISTICA ORE 7.00/14.30
(N° 5 INFERMIERI)

1

Analisi del mansionario
fornito dal Coordinatore di
Reparto

- Consegna infermieristica del paziente al letto, o in altra zona, salvaguardando la riservatezza.
- Consegne particolari all'infermiere "fuori turno" o alla Coordinatrice Infermieristica.
- Predisposizione di tutto il materiale necessario alle cure igieniche dei pazienti e dei dispositivi di protezione individuale.
- **Controllo della funzione intestinale del paziente ed esecuzione di clistere evacuativo se indicato.**
- **Esecuzione delle cure igieniche, in collaborazione con il personale di supporto (spugnatura al letto, rasatura barba, pulizia del cavo orale e della protesi se in sede, cura delle unghie, igiene auricolare, lavaggio dei capelli, medicazioni sporche, etc.).**
- Somministrazione a orario della terapia medica prescritta sull'apposita scheda integrata (endovenosa, intramuscolare, sottocutanea, orale, sondino naso gastrica, topica).
- Rilevazione e registrazione oraria dei parametri vitali monitorati (PA, FC, SAO2, Respiro, valori VAM, Temperatura corporea, ETCO2, PVC, PIC e PPC, Diuresi oraria) e tracheoaspirazione secondo necessità.
- Quando possibile, pausa di 10 minuti, a turnazione.
- Esecuzione di tutte le medicazioni (accessi vascolari, tracheotomia, ferite post-traumatiche e chirurgiche, fissaggio S.N.G. e tubo oro o rino-tracheale, drenaggi, etc.), secondo i protocolli in uso.
- Collaborazione con il tecnico di radiologia per l'esecuzione di radiografie a letto (torace, scheletro, etc.)
- Collaborazione con il medico di guardia, se necessaria, nella valutazione clinica del paziente.
- Esecuzione, se prescritto dell'elettrocardiogramma di controllo.
- Rinnovo del dossier pazienti, dei fogli giornalieri di monitoraggio (grafica) ed archivio dei dossier del giorno precedente, nell'apposito cassetto in box.

- **Esecuzione delle cure igieniche, in collaborazione con il personale di supporto (spugnatura al letto, rasatura barba, pulizia del cavo orale e della protesi se in sede, cura delle unghie, igiene auricolare, lavaggio dei capelli, medicazioni sporche, etc.).**

• Rilevazione della glicemia secondo protocollo.

- Piano di lavoro di un infermiere professionale che lavora presso la Cardio-rianimazione

NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

2

Valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico con approccio comparativo multi- metodologico

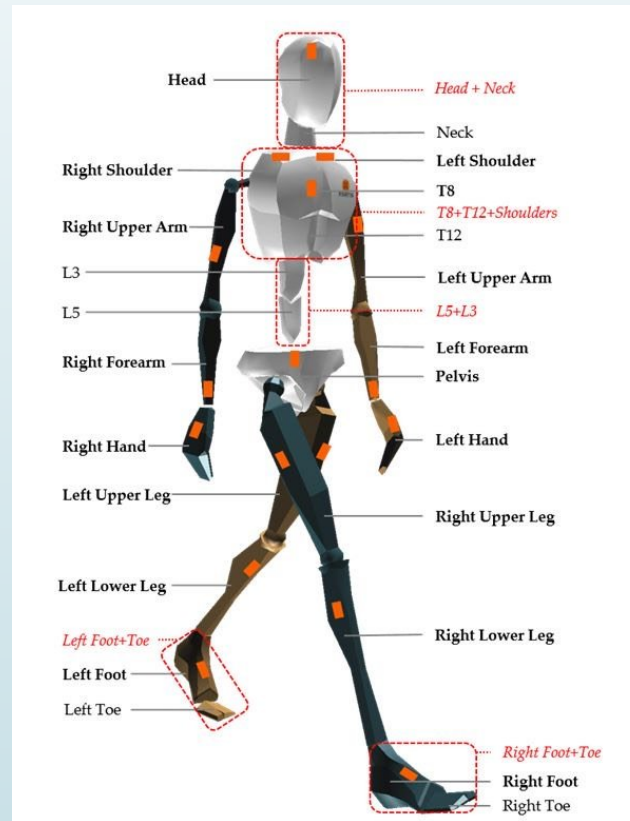
INFERMIERE: VESTIZIONE, IGIENE E MEDICAZIONE DI UN PAZIENTE NON AUTOSUFFICIENTE	Caution zone checklist Washington	Nessun item presente
	Hazard zone checklist Washington	Nessun item presente
	ISO 11226:2000(E)	Postura per tronco e collo non raccomandata ma di durata Accettabile
	H.A.L.	Accettabile
	OREGE	7,5 Accettabile

NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

3

Comparazione dei risultati ottenuti mediante metodi di valutazione oggettivi



NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

4

Quantificazione della durata delle disergonomie per la singola mansione e per il turno di lavoro

DISERGONOMIA (TEMPO MASSIMO DI MANTENIMENTO DELLA DISERGONOMIA OSSERVATA)	DURATA NEL TEMPO CICLO DI LAVORO (DURATA NEL TURNO DI LAVORO)
Uso di forza (3 secondi)	50 secondi (6' 40'' nel turno)
Disergonomie a carico della spalla (70 secondi)	178 secondi (23' 44'' nel turno)
Disergonomie a carico del gomito	---
Disergonomie a carico del polso (16 secondi)	20 secondi (1' 40'' nel turno)
Disergonomie a carico del rachide lombare (70 secondi)	209 secondi (27' 52'' nel turno)
Disergonomie a carico del rachide cervicale (20 secondi)	146 secondi (19' 28'' nel turno)
Disergonomie a carico degli arti inferiori	---

*Esempio di valutazione di una igiene mobilizzazione di un paziente non autosufficiente totalmente non collaborante (8 nel turno di lavoro)

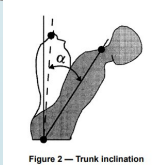
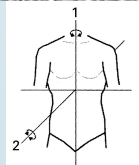
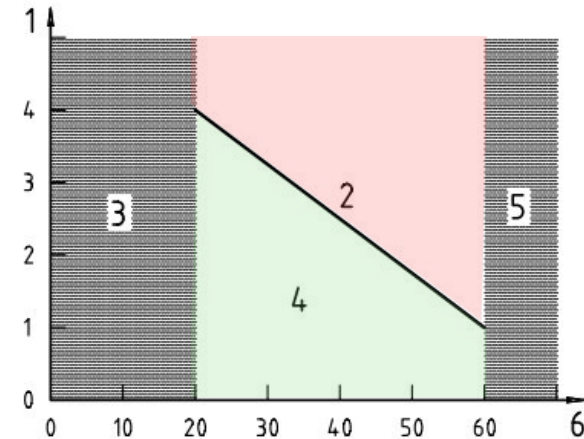
NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

3

ISO 11226:2000
(Tronco)

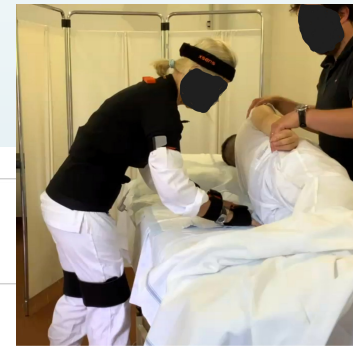
Postural characteristic	Acceptable	Go to step 2	Not recommended
1) Symmetrical trunk posture ^{a)}			X
No			X
Yes	X		
2) Trunk inclination α ^{b)}			X
$> 60^\circ$			X
20° to 60° without full trunk support		X	
20° to 60° with full trunk support	X		
0° to 25°	X		
$< 0^\circ$ without full trunk support			X
$< 0^\circ$ with full trunk support	X		
3) For sitting: convex lumbar spine posture ^{c)}			
No	X		
Yes			X



NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

3



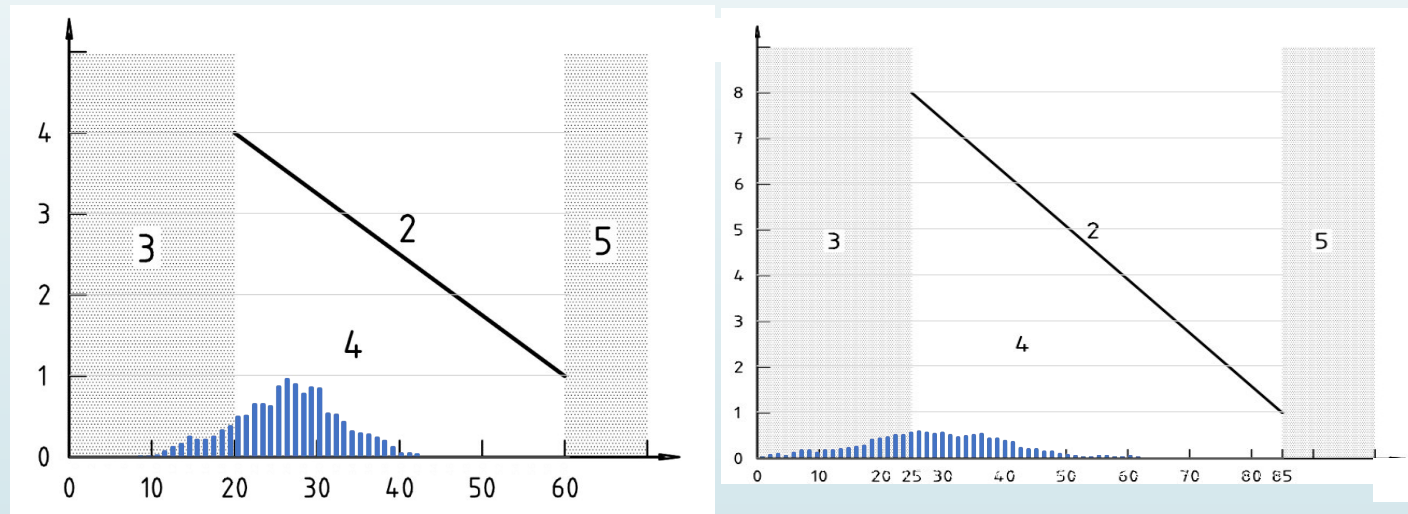
Inclinazioni del tronco comprese fra 20° e 60°, indicate dalla ISO 11226 come non raccomandate

NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

4

Risultati



Rappresentazione grafica del tempo di mantenimento delle flessioni di tronco e collo registrate frame per frame (60 al secondo) rapportata ai limiti previsti dalla norma ISO 11226



NUOVI APPROCCI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

L'esperienza c/o la UOOML di Brescia

5

Conclusioni



Integrazione fra i sensori di inerziali di movimento e i limiti studiati e previsti dalla normativa internazionale



Valutazione oggettiva supera limiti valutazione operatore dipendente



Article

Pinch Grip per SE Is Not an Occupational Risk Factor for the Musculoskeletal System: An Experimental Study on Field

Emma Sala ^{1,*}, Nicola Francesco Lopomo ², Francesco Romagnoli ³, Cesare Tomasi ³, Jacopo Fostinelli ³
and Giuseppe De Palma ^{1,3}

¹ Unit of Occupational Health, Hygiene, Toxicology and Occupational Prevention, University Hospital Spedali Civili, 25123 Brescia, Italy; giuseppe.depalma@unibs.it

² Department of Information Engineering, University of Brescia, 25123 Brescia, Italy; nicola.lopomo@unibs.it

³ Unit of Occupational Health and Industrial Hygiene, Department of Medical and Surgical Specialties, Radiological Sciences and Public Health, University of Brescia, Piazzale Spedali Civili 1, 25121 Brescia, Italy; francesco.handtherapy@gmail.com (F.R.); cesare.tomasi@unibs.it (C.T.); fostinelli.medlavoro@gmail.com (J.F.)

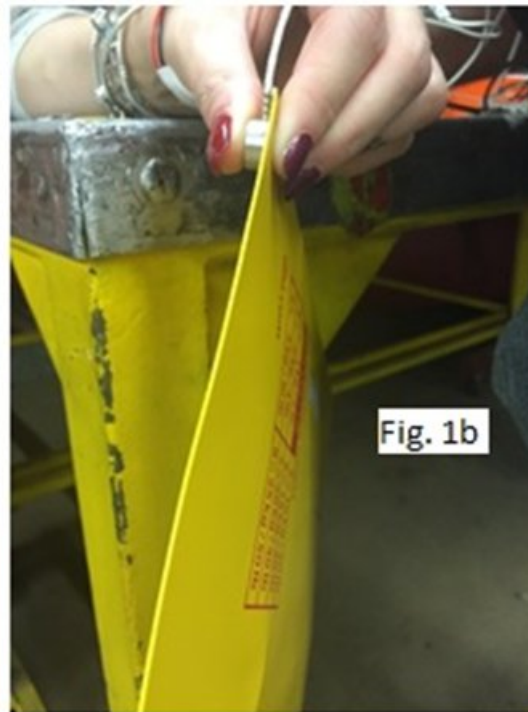
* Correspondence: emma.sala@unibs.it

Abstract: Introduction: Some ergonomic evaluation methods define pinch grip as a risk factor independent of the exerted force. The present experimental study was performed with the main aim of objectively measuring the muscle engagement during the execution of pinch grip. Methods: the participants of the study were healthy workers occupationally involved in a high-intensity repetitive job related to the sorting of letters and small packages. Surface electromyography (sEMG) was used to study the activity of the abductor pollicis brevis and first dorsal interosseous fibers related to the execution of the required working tasks, while the force exerted during voluntary muscle contraction for pinch grip was measured by a portable acquisition system. The subjects were specifically asked to exert the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) and further voluntary isometric contractions with a spontaneous force (SF) equal to 10%, 20% and 50% of the MVIC; finally, the workers were asked to hold in pinch grip two types of envelopes, weighing 100 g and 500 g, respectively. Results: The force required to pinch 100 and 500 g envelopes by the fifteen subjects of the study corresponded to 4 and 5% MVIC, respectively. The corresponding sEMG average rectified values (ARV) were approximately 6% of that at MVIC for first dorsal interosseous (FDI) fibers and approximately 20–25% of MVIC for abductor pollicis brevis (ABP) fibers. Bivariate correlation analysis showed significant relationships between force at MVIC and FDI ARV at MCV. Conclusions: The obtained results demonstrate that muscle recruitment during pinch grip varies as a function of the SF: not only the position but also the exerted force should be considered when assessing the pinch grip as risk factor for biomechanical overload of the upper limb.



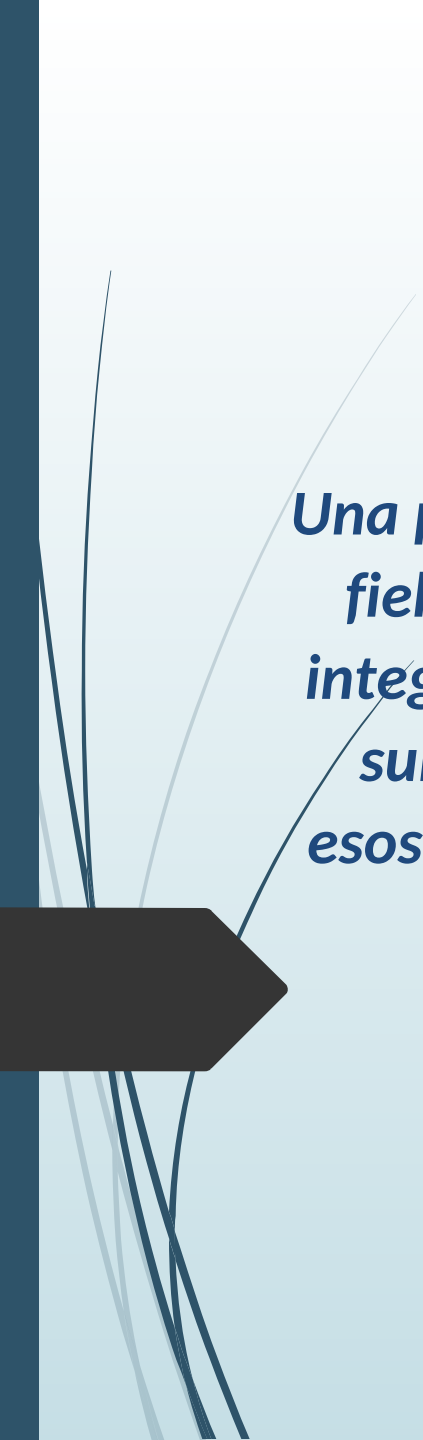
Citation: Sala, E.; Lopomo, N.F.; Romagnoli, F.; Tomasi, C.; Fostinelli, J.; De Palma, G. Pinch Grip per SE Is Not an Occupational Risk Factor for the Musculoskeletal System: An Experimental Study on Field. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 8975. <https://doi.org/10.3390/ijerph19158975>

Academic Editor: Subas Neupane



I parametri elettromiografici e la misurazione della SF hanno evidenziato che impegno di forza e affaticamento muscolare richiesti per il sollevamento di buste di 100 e 500 grammi risultano inferiori a quanto necessario per il 10% della MCV.

l'affaticamento muscolare misurato con l'EMG risulta essere notevolmente inferiore al misurato al 10% della massima contrazione volontaria



Una piattaforma di valutazione ergonomica “on-field” basata su neurotecnologie per l’analisi integrata degli effetti sul programma motorio e sulle abilità cognitive associati all'utilizzo di esoscheletri nella movimentazione manuale dei carichi

OBIETTIVI

- Sviluppare strumenti di valutazione tramite neurotecnologie all'avanguardia degli effetti indotti dall'uso degli esoscheletri sui programmi motori e sul carico cognitivo.
- Trasferire in contesti industriali reali tramite tecnologie wearable gli strumenti di valutazione sviluppati in laboratorio.
- Fornire informazioni utili alla definizione di strategie di mitigazione degli effetti dell'adattamento all'uso dell'esoscheletro

MATERIALI E METODI:STRUMENTI UTILIZZATI

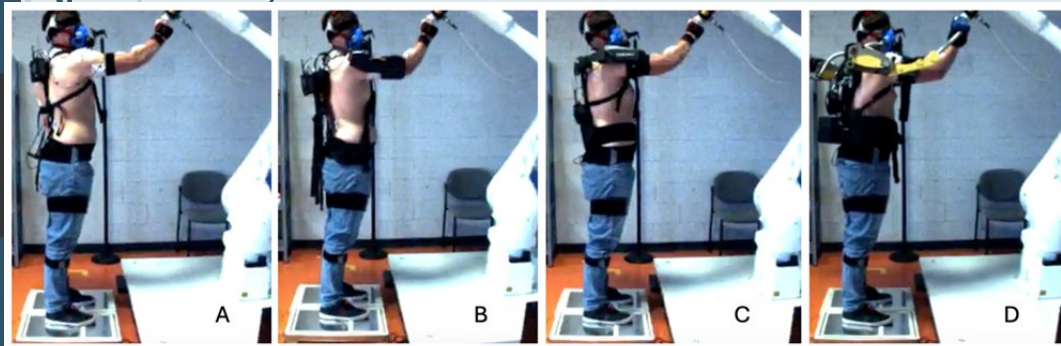
Questionari

- NASA-TLX
- NASA-MSU-S
- NMQ
- INRS di OREGÉ

Metodi per la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico:

- Check-list di Washington
- Check-list OCRA
- H.A.L.
- Strain Index
- OREGÉ
- NIOSH

MATERIALI E METODI: PROTOCOLLO DELLO STUDIO



1. VALUTAZIONE BIOMECCANICA

Sono stati eseguiti 3 tipi di compiti di movimentazione manuale dei carichi e di mantenimento della postura con e senza esoscheletri.

- ✓ **Compito 1:** movimentazione di un peso di 5 Kg
- ✓ **Compito 2:** movimentazione di un peso di 15 Kg
- ✓ **Compito 3:** mantenimento postura sopra la testa

MATERIALI E METODI: PROTOCOLLO DELLO STUDIO

2. VALUTAZIONE ELETTROMIOGRAFICA

La valutazione è stata effettuata come segue:

- Sollevamento di un carico (4 e 8 Kg) e mantenimento posizione;
- Indagati i distretti di spalla (m. deltoide anteriore), braccio (m. bicipite brachiale) e schiena (m. erettori spinali);
- Sono stati usati 364 canali (64 per muscolo).



MATERIALI E METODI: PROTOCOLLO DELLO STUDIO



3. VALUTAZIONE COGNITIVA

I partecipanti hanno eseguito tre compiti utilizzando il visore:

- **Compito 1:** solo compito cognitivo
- **Compito 2:** compito cognitivo + motorio (senza Exo)
- **Compito 3:** compito cognitivo + motorio (con Exo)

RISULTATI: TABELLE

➤ VALUTAZIONE DEL RISCHIO

N°	Operazione	Peso reale	20-45 anni		<20 o >45 anni				NIOSH			
			M		F		M		F		Peso limite raccomandato	
			IS		IS		IS		IS			
1	Task MMC Senza Esoscheletro	5	13,75	0,36	11	0,45	11	0,45	8,25	0,61	12,65	0,4
2	Task MMC Senza Esoscheletro	15	13,75	1,09	11	1,36	11	1,36	8,25	1,82	12,65	1,19

N°	Operazione	Peso reale	20-45 anni		<20 o >45 anni		NIOSH
			M	F	M	F	
1	Task MMC con Esoscheletro	5 → 0	13,75	11	11	8,25	12,65
2	Task MMC con Esoscheletro	15 → 10	13,75	11	11	8,25	12,65

RISULTATI

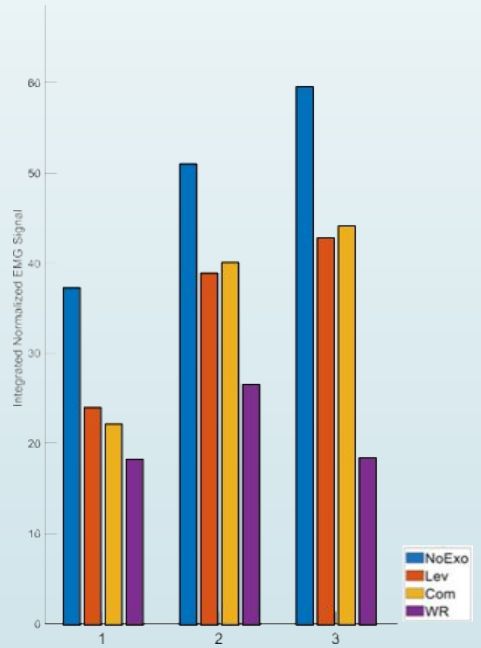
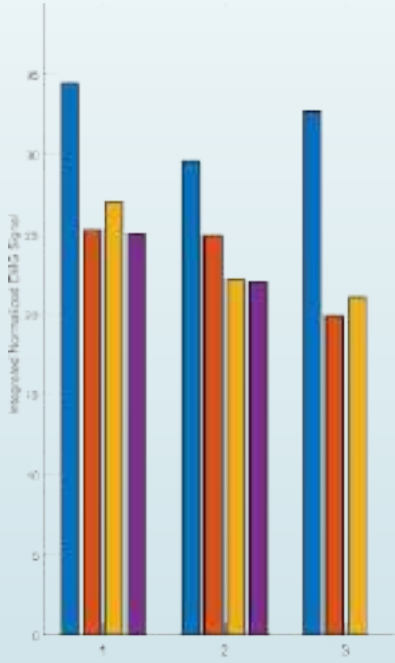
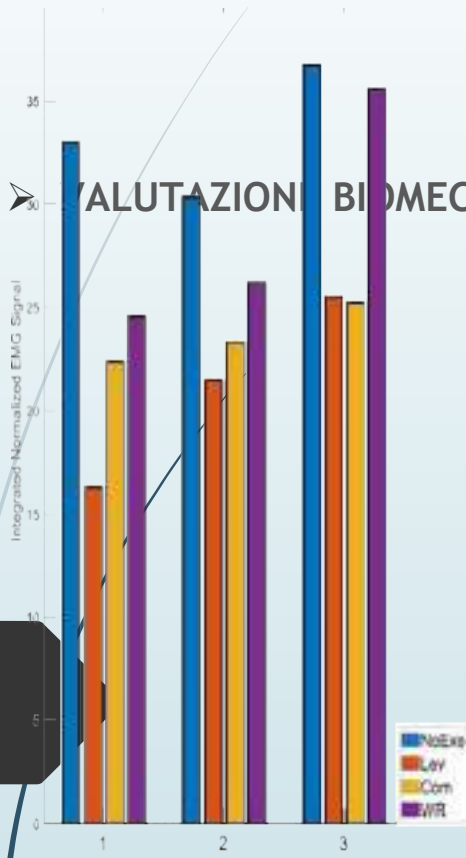
➤ VALUTAZIONE DEL RISCHIO

N°	Operazione	Peso reale	Peso limite raccomandato Washington	Peso limite raccomandato ACGIH	Peso limite raccomandato HSE	
					F	M
1	Task MMC Senza Esoscheletro	5	13,5	11	7	10
2	Task MMC Senza Esoscheletro	15	13,5	11	7	10

N°	Operazione	Peso reale	Peso limite raccomandato Washington	Peso limite raccomandato ACGIH
1	Task MMC con Esoscheletro	5 → 0	13,5	11
2	Task MMC con Esoscheletro	15 → 10	13,5	11

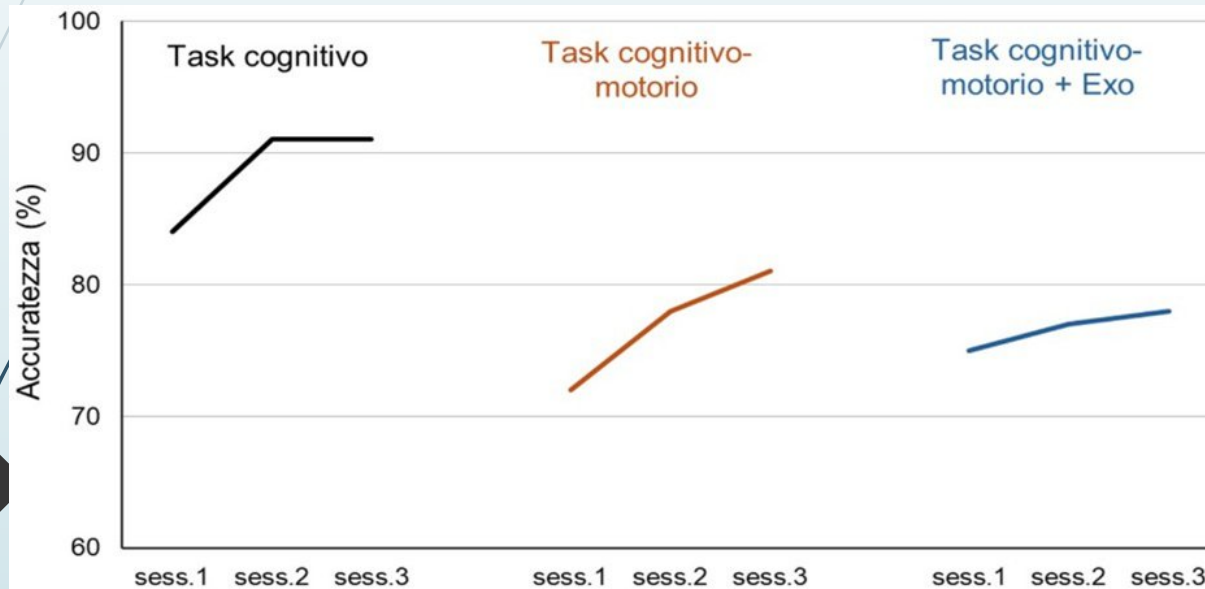
RISULTATI

VALUTAZIONI BIOMECCANICA ED ELETTROMIOGRAFICA



RISULTATI

➤ VALUTAZIONE COGNITIVA



RISULTATI: DISCUSSIONE

➤ METODI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO

- **OCRA**

Secondo questo metodo l'utilizzo di un esoscheletro permette una netta riduzione del sovraccarico biomeccanico a cui sono sottoposte le spalle.

- **OREGE**

L'utilizzo dell'esoscheletro rende «accettabile» secondo il metodo OREGGE la movimentazione manuale di un carico di 15 Kg che risulterebbe contrariamente «non raccomandabile» senza l'utilizzo di questo device.

- **H.A.L**

Secondo questo metodo, l'uso dell'esoscheletro porta ad una riduzione del rischio da «alto» a «basso».

- **STRAIN INDEX**

L'esoscheletro rende la movimentazione del carico da 5 e 15 Kg un «lavoro probabilmente sicuro» utilizzando il metodo Strain Index.

➤ VALUTAZIONE BIOMECCANICA ED ELETTROMIOGRAFICA

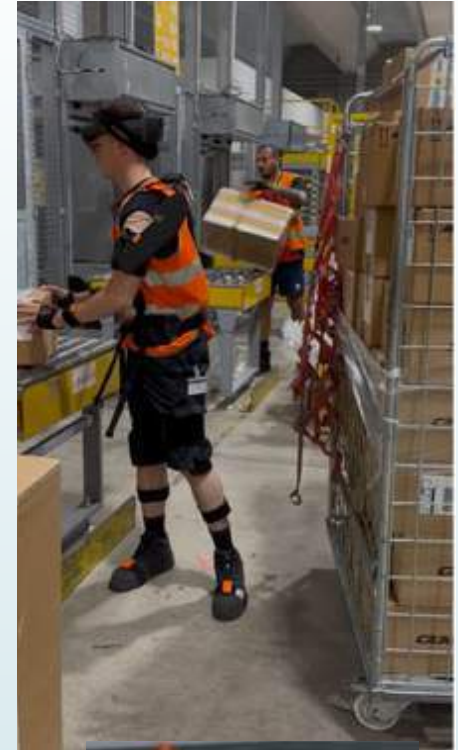
- In generale lo studio ha rilevato una riduzione dell'attivazione muscolare nei 3 compiti svolti e per i muscoli che abbiamo valutato durante l'utilizzo dell'esoscheletro;
- L'uso degli esoscheletri ha mostrato quindi una riduzione del sovraccarico biomeccanico dei distretti corporei considerati;
- Il risultato però non è ancora statisticamente significativo data la scarsa numerosità del campione.

➤ VALUTAZIONE COGNITIVA

- L'accuratezza nello svolgimento del compito migliora con il numero di prove effettuate, mostrando quindi un fenomeno di apprendimento;
- Lo stesso andamento è presente anche nel compito cognitivo-motorio senza esoscheletro, anche se si identifica un peggioramento generale dell'accuratezza;
- il fenomeno dell'apprendimento non è significativamente presente nel dual-task cognitivo-motorio con l'uso dell'esoscheletro;

Queste osservazioni confermano l'efficacia del protocollo sperimentale

IN AZIENDA



Materials and Methods

Experimental Setup

Kinematics



WaveTrack Inertial System, Cometa System
2 IMUs

- 140 Hz Sampling Rate
- Acceleration
- Angular Rate
- Magnetic Fields
- Rotation (Quaternions)

IMU

Forehead



C7



Static Calibration

Relative Rotations/ Joint Angles

- Flexion/Extension
- Lateral Bending
- Axial Rotation

Materials and Methods

Experimental Setup

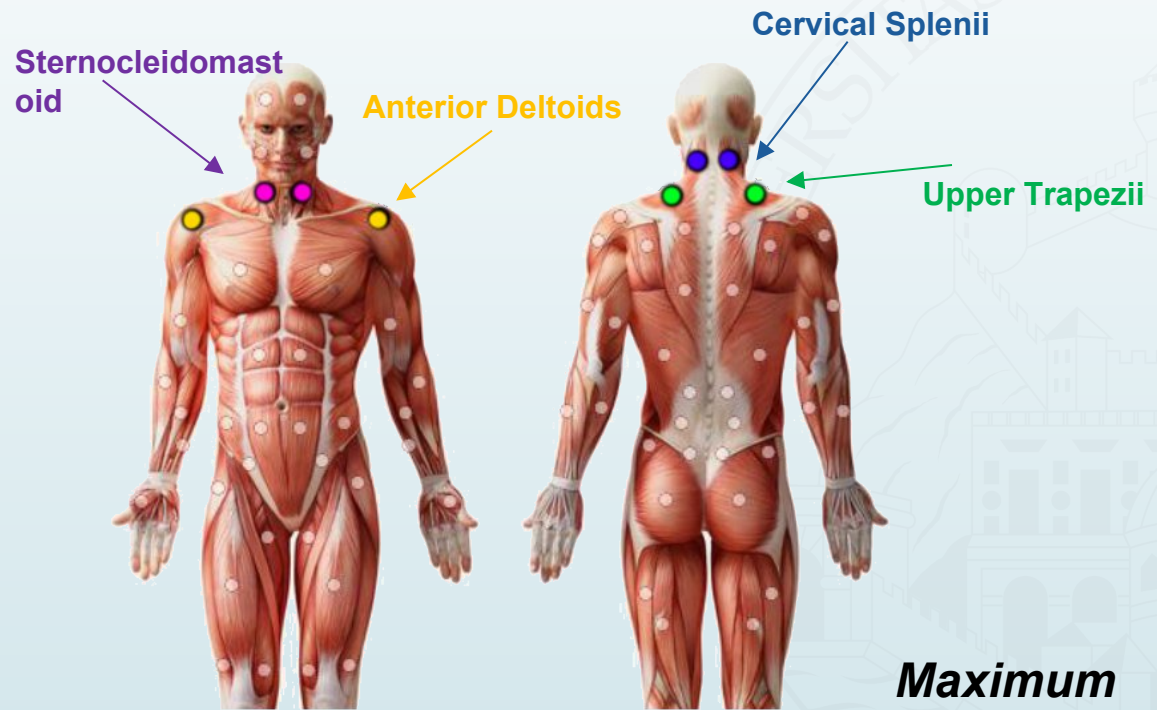
EMG



Mini Wave Infinity, Cometa System

8 Wireless Probes

- 2000 Hz Sampling Rate
- EMG Amplitude Values [μV]



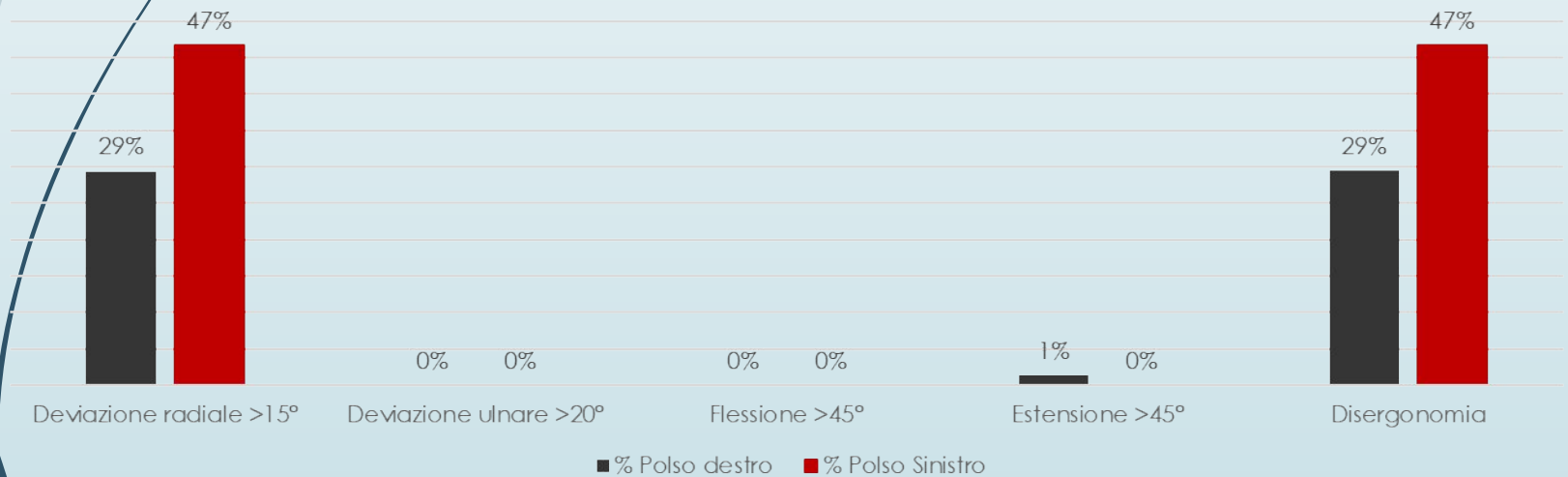
Normalized EMG Amplitude [0 - 100 %]

**Maximum
Isometric
Voluntary
Contraction**

Produzione di cosmetici



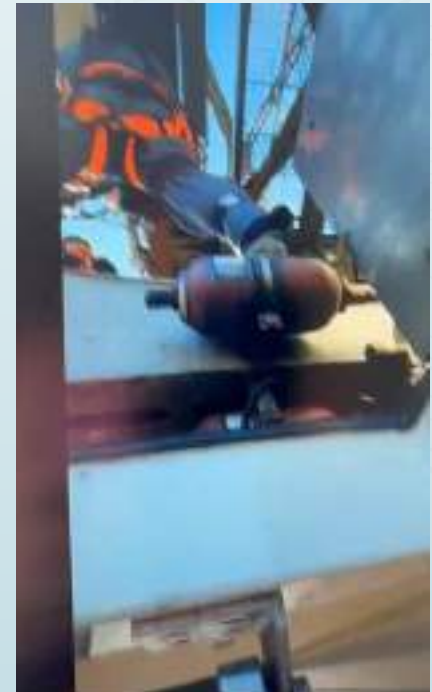
Tempo di mantenimento disergonomie del polso - Back Injection 5 carico



Manutenzione lampioni stradali



Manutenzione funivia



GRAZIE

