

ANALISI ERGONOMICA FINALIZZATA ALLA PROGETTAZIONE DI UNA POSTAZIONE DI LAVORO PER LA RIFINITURA DI MANUFATTI NEL SETTORE DELLA CERAMICA ARTISTICA

Dall'Ara, R. Tartaglia, A. Butti[°], S. Rutili*, G. Arcangeli*

Azienda Sanitaria di Firenze - Centro Ricerche in Ergonomia

*Dipartimento di Scienze Ortopediche e del Lavoro Università di Firenze

[°]Scuola di Specializzazione in Disegno industriale Università di Firenze

L'analisi e progettazione ergonomica ha riguardato una postazione di lavoro per lo svolgimento di un compito tipico della lavorazione della ceramica artistica, quello di "rifinitura dei semilavorati ceramici prima della cottura".

Questo compito determina nelle postazioni di lavoro tradizionali l'assunzione di atteggiamenti posturali incongrui. In particolar modo l'attività prevede la frequente flessione ed inclinazione del tronco, l'abduzione degli arti superiori al di sopra del livello delle spalle (per rifinire l'interno dei manufatti) e, in alcuni casi, il mantenimento prolungato di posture fisse sedute o in piedi e lo svolgimento di movimenti ripetitivi a carico dell'arto superiore.

L'analisi ergonomica della postura di lavoro è stata realizzata utilizzando il metodo OWAS. Lo studio dei movimenti ripetitivi è stato effettuato mediante una apposita checklist.

Sulla base dei risultati ottenuti, la progettazione della nuova postazione di lavoro ha previsto l'adozione di un tavolo regolabile in altezza, in sostituzione del precedente, molto pesante e di difficile adattabilità alle caratteristiche antropometriche individuali.

La seduta è stata modificata impiegando un sedile ergonomico rialzato ed un poggiatesta. E' stata comunque data la possibilità ai lavoratori di poter scegliere alternativamente tra una postura seduta o in piedi, potendo optare tra una sedile rialzato ed un "siedi-in-piedi". Per coloro che scelgano comunque di lavorare sempre in stazione eretta è stato previsto un tappeto antifatica associato ad un poggiatesta per consentire l'alternanza della gamba d'appoggio.

Per quanto riguarda l'impianto d'aspirazione sono stati rivisti i profili sia della "cappa" che della "cassa" sotto il piano di lavoro che, nella configurazione precedente, non lasciavano spazio sufficiente per le gambe.

La postazione di lavoro è stata quindi completata con l'inserimento di un poggiatesta mobile e regolabile, di una vaschetta per l'acqua montata su un braccio mobile (posizionabile a piacere) e riprogettata nella forma per favorire l'ingresso dell'arto superiore ed evitare estensioni. E' stato anche adottato un nuovo tipo di tornio, montato su un pistone comandato a pedale per consentire il suo posizionamento in qualunque punto del piano di lavoro e ad altezze variabili in un range stabilito in base alla lavorazione, alle dimensioni dei pezzi e ai vincoli tecnici.

La lavorazione prevede inoltre il posizionamento su di un asse, rialzato rispetto al piano di lavoro, dei semilavorati. Tale asse è stato reso regolabile in altezza, in profondità e scorrevole assialmente, per evitare alle operatrici l'iperestensione degli arti superiori e del busto per raggiungere i pezzi. Infine particolare attenzione è stata posta nella rifinitura finale del banco: eliminando gli angoli vivi nei possibili punti di appoggio delle braccia, scegliendo materiali e finiture a

basso grado di riflessione, e colori tenui, preferibili sia dal punto di vista del comfort visivo che estetico.

L'efficacia della soluzione è stata valutata mediante un incontro di gruppo omogeneo con i lavoratori e la messa a punto di un questionario sulla accettabilità della postazione di lavoro.

Sulla base dei risultati delle prime sperimentazioni le innovazioni apportate hanno dimostrato di migliorare la qualità del lavoro ed il benessere dei lavoratori.

Anche il costo delle soluzioni è piuttosto contenuto e compatibile rispetto ai benefici (riduzione del rischio lavorativo) che possono essere ottenuti.

SCOPO DELL'INTERVENTO

Scopo dell'intervento è stato analizzare, mediante specifici metodi, una postazione di lavoro per la rifinitura di manufatti nel settore ceramico, al fine di individuarne le carenze dal punto di vista tecnico-ergonomico.

Sono stati realizzati quindi due progetti, uno di tipo correttivo, di immediata attuazione, ed uno propositivo, che potesse essere utilizzato dall'azienda per un'ulteriore rivalutazione futura della postazione di lavoro.

La finalità primaria della progettazione è stata quella di ipotizzare una postazione di lavoro che rispondesse in modo più adeguato alle esigenze di benessere psicofisico del lavoratore ed alla produttività, anche in termini di miglioramento della qualità del lavoro e del prodotto (Karwowski, 2001; Corlett et Al., 1995).

MATERIALI E METODI

Nella postazione di lavoro analizzata si svolge un'attività di rifinitura dei manufatti semilavorati. I pezzi, dopo essere stati stampati, vengono essiccati e, una volta tolti dallo stampo, ripuliti dalle "sbavature" e dalle imperfezioni del materiale, cotti, decorati e quindi nuovamente cotti. I manufatti da rifinire possono essere: zuppiere, vasi e teiere grandi, o pezzi molto piccoli, come coperchi o tazzine.

L'attività svolta nella postazione di lavoro studiata consiste pertanto nella seguente sequenza di azioni tecniche:

- prendere il manufatto dall'asse su cui sono disposti i semilavorati,
- passare uno o più tipi di lametta per eliminare le sbavature da stampo,
- aspirare all'interno del pezzo i residui di lavorazione e la polvere di porcellana,

- passare una o più spugne bagnate sull'intera superficie del pezzo per uniformare ulteriormente i bordi e le pareti del manufatto o per eliminare impronte ed imperfezioni,
- rifinire le parti più minute (come i beccucci delle teiere o i punti nascosti dei manici) con un pennello intinto nell'acqua,
- riporre il pezzo finito sull'asse dei semilavorati.

La **postazione di lavoro esistente** consisteva in un tavolo non regolabile in altezza dotato di un sistema di aspirazione per eliminare i residui di lavorazione e le polveri dei materiali impiegati.

Questi gli accessori della lavorazione:

- due tipi di lampada, una per illuminare uniformemente la postazione di lavoro, l'altra, a luce più intensa, per illuminare il pezzo ed esaltare ombre e contrasti sulle superfici;
- una vaschetta d'acqua, costantemente rifornita, usata per bagnare spugne e pennelli;
- un piccolo tornio mobile, a funzionamento manuale, usato nella lavorazione di alcuni pezzi, che poteva essere alzato o abbassato tramite spessori aggiuntivi.

Nel tavolo erano integrati anche un cassetto portautensili, un aspiratore ed una struttura di appoggio per l'asse dei semilavorati.

In fase di studio del prototipo, la seduta era stata sostituita con una regolabile in altezza con un meccanismo a vite ed un poggiatesta. Il primo prototipo, proposto dall'azienda, era stato dotato anche di due poggiatesta e di un tornio alzabile e abbassabile tramite un meccanismo a pistone comandato a pedale.

L'**analisi** delle caratteristiche della postazione di lavoro ha preso in esame i seguenti **parametri**:

- Dimensioni del piano di lavoro (altezza, larghezza, profondità);

- Caratteristiche della seduta (adattabilità, sicurezza, comfort ecc.)
- Dimensioni della struttura di appoggio dei semilavorati
- Caratteristiche dei poggiabraccia (dimensioni, posizione, materiali)
- Caratteristiche del poggiapiedi (dimensioni, posizione, materiali)
- Dimensioni e peso dei manufatti lavorati
- Caratteristiche del tornietto (dimensione, meccanismo, regolabilità)
- Dimensioni della “cappa” di supporto all’aspirazione
- Dimensioni e posizione della vaschetta per l’acqua
- Posizionamento e modalità d’uso degli utensili di ausilio

Le **caratteristiche tecniche** dell’impianto di aspirazione (velocità dell’aria, conformazione degli elementi del sistema) e la tipologia di lampade utilizzate, hanno rappresentato, non essendo modificabili, un vincolo progettuale.

Per quanto riguarda le **caratteristiche delle operatrici**, sono stati considerati: i dati antropometrici, le preferenze individuali relative ai compiti svolti ed alla postazione di lavoro utilizzata, l’anzianità di lavoro, la tipologia di manufatto lavorato.

La postazione di lavoro è stata studiata al fine di evidenziare le seguenti **problematiche** :

1. rischio da movimenti ripetitivi;
2. rischio posturale;
3. incongruenze strutturali in rapporto ai compiti da svolgere;
4. rispetto dei requisiti strutturali-dimensionali dal punto di vista antropometrico;

Le **modalità di analisi** sono consistite:

1. nella videoregistrazione ed applicazione del Metodo OWAS (Di Martino, 1999) per quanto concerneva l’analisi del rischio posturale e di una apposita checklist relativamente ai movimenti ripetitivi (Arfaioli, 1996);
2. nell’osservazione diretta del lavoro ed in un incontro con i lavoratori addetti alla rifinitura (Gruppo omogeneo) per l’analisi dei compiti svolti e la loro congruenza rispetto alle caratteristiche del posto di lavoro;
3. nel confronto tra i dati rilevati della situazione esistente rispetto a quanto consigliato dalle normative o dalla letteratura scientifica (Pheasant, 1986).

Il metodo OWAS consiste in una procedura che valuta la qualità delle posture, ovvero identifica quelle posture e quei carichi di lavoro che possono causare disturbi muscolo-scheletrici.

Il metodo consiste nell’osservazione diretta delle attività svolte da un lavoratore addetto ad una determinata mansione. La valutazione delle posture va effettuata ad intervalli di tempo fissi e predefiniti. Le posture e l’uso della forza vengono classificate con dei numeri in modo da ottenere un codice finale a cinque cifre, corrispondenti ai cinque punti fondamentali dell’analisi: le posture della schiena, l’atteggiamento degli arti, il carico di lavoro; la quinta cifra corrisponde alla fase di lavoro, cioè all’attività svolta dal lavoratore durante l’osservazione.

CATEGORIE DI AZIONE

- 1 = nessuna misura correttiva
- 2 = misure correttive nel prossimo futuro
- 3 = misure correttive appena possibile
- 4 = misure correttive immediatamente

Figura 1. Categorie d’azione.

Il metodo mira ad individuare le posture e gli sforzi che possono essere causa di disturbi muscolo-scheletrici ed a fornire le indicazioni per interventi di tipo correttivo e preventivo, grazie alla corrispondenza esistente fra i codici numerici ed una delle 4 possibili **categorie d’azione**, ciascuna delle quali indica una necessità di intervento più o meno urgente (fig. 1).

RISULTATI

La quasi totalità delle posture osservate corrispondeva alla prima ed alla seconda categoria d’azione (rispettivamente 81% e 17%); in un caso si era verificato un atteggiamento posturale associato ad un maggior rischio di sovraccarico biomeccanico del rachide (terza categoria). Il lavoratore aveva mantenuto quasi sempre il tronco diritto (81%), aveva svolto i vari compiti con un arto superiore spesso al di sopra della spalla (53%), rimanendo seduto per quasi tutto il periodo d’osservazione (89%).

Successivamente si è analizzata la distribuzione delle posture per fase lavorativa ed è emerso un certo rischio, soprattutto nella spugnatura del vaso e nella sua sistemazione sui supporti.

L’analisi complessiva della postazione di lavoro (metodo OWAS, confronto dimensionale, osservazione diretta, gruppo omogeneo) ha

evidenziato una serie di problemi: i posti di lavoro esaminati hanno dimostrato alcune anomalie dal punto di vista ergonomico. E' emerso che il lavoro espone ad un'attività ripetitiva (circa 50 azioni/minuto) e con impegno muscolare in particolare delle mani e dei polsi (2-3° scala di Borg), in atteggiamento posturale incongruo (postura fissa o seduta per alcune ore al giorno).

Le indicazioni progettuali ricavate hanno consentito di individuare delle misure di ergonomia "correttiva", da applicare immediatamente, e "progettuale", consigliate per il futuro.

Il Gruppo omogeneo ha evidenziato la necessità di correzioni da attuarsi nella postazione per migliorare la funzionalità e la qualità del lavoro. Le operatrici hanno sottolineato alcune difficoltà nell'esecuzione dei compiti che sono state utilizzate come indicatori per il progetto.

L'osservazione diretta della lavorazione ed il confronto dei dati dimensionali della postazione con quanto consigliato dalla letteratura hanno confermato infine la necessità di rivedere completamente la postazione di lavoro, sia in termini tecnologici, che in termini ergonomici, di funzionalità, gradevolezza e produttività.

Per monitorare l'uso della nuova postazione è stato preparato un questionario per la valutazione del comfort lavorativo da somministrare dopo un certo periodo di utilizzo del banco nuovo (almeno una settimana per operatrice).

IPOTESI PROGETTUALI

Il prototipo esistente

Il prototipo di nuovo banco di lavoro per la rifinitura presentato dall'Azienda, consisteva in un **tavolo** di metallo, regolabile in altezza (con difficoltà) mediante due piccoli volanti disposti ai lati in basso, da azionare contemporaneamente.

Per quanto riguarda l'impianto di **aspirazione**, la superficie di lavoro era in parte sostituita da un pannello forato che permetteva l'aspirazione delle polveri e dei residui. Tale impianto risultava piuttosto ingombrante, riducendo notevolmente lo spazio sopra e sotto il piano di lavoro.



Figura 2. La vecchia postazione di lavoro

La lavorazione che si svolge in questo tipo di postazioni richiede spesso l'uso di un **tornio** a comando manuale. Il prototipo aveva previsto la possibilità di inserire un "tornietto", comandato manualmente in senso rotatorio e meccanicamente, mediante un pedale, in senso verticale (alzato/abbassato).

Per inserire il tornietto nel suo alloggiamento era necessario togliere una parte della grata sul piano di lavoro.

Parte integrante della postazione era anche la struttura su cui si appoggiava l'asse dei semilavorati. Si trattava di un sostegno, costituito da due montanti e da due profili orizzontali di sezione quadrata, su cui era appoggiato l'asse.

Sul piano di lavoro erano stati montati due **poggia braccia** parzialmente regolabili, dotati di un'imbottitura provvisoria sistemata all'estremità.

Sul lato destro del piano di lavoro era stata incassata una **vaschetta** per l'acqua.

La dotazione della postazione era completata da una **sedia** rialzata (con meccanismo a vite) e da un poggia piedi parzialmente regolabile. Le due lampade e l'aspiratore non erano state modificate. L'attrezzatura utilizzata consisteva in spugne di vario tipo, pennelli e "lamini" (utensili di metallo usati per eliminare le "sbavature" dal pezzo).

Proposte

L'analisi del prototipo ha messo in luce alcune incongruenze strutturali dal punto di vista ergonomico ed antropometrico.

Si è quindi ritenuto opportuno prevedere due differenti tipi di progetto. Uno di ergonomia correttiva dell'esistente, da attuarsi nell'immediato, ed uno di riprogettazione dell'intera postazione di lavoro, per una realizzazione futura. I due progetti erano accomunati dall'intenzione di rendere la postazione di lavoro quanto più adattabile alle differenti tipologie di lavorazione ed alla diverse caratteristiche antropometriche delle lavoratrici.

Progetto di minima

Nell'intervento progettuale di tipo correttivo si è cercato, per quanto possibile, di adattare l'esistente alle necessità antropometriche delle operatrici, anche se in alcuni casi i vincoli tecnici delle attrezzature scelte non hanno permesso di raggiungere il miglior risultato.

Il **piano di lavoro** non è stato modificato anche se il meccanismo di regolazione era complicato e lento da utilizzare.

Il livello più basso di escursione del **torbietto** è stato alzato per lasciare uno spazio sufficiente per le dita durante la sua movimentazione.

La parte di supporto dell'**asse per i semilavorati** è stata resa regolabile in altezza ed in profondità, per evitare alle operatrici l'iperestensione degli arti superiori e del tronco per raggiungere i pezzi. Inoltre è stato aggiunto un semplice meccanismo di scorrimento dei profili, con perni di bloccaggio, per permettere la scelta tra varie posizioni.

I **poggia braccia** sono stati spostati di lato in modo da non urtare gli oggetti presenti sul tavolo e rendere così più semplice la loro movimentazione ed ampliare le possibilità di posizionamento. La lunghezza dei profili è stata stabilita in base ai dati antropometrici, mentre la forma dell'appoggio è stata cambiata per favorire un posizionamento del braccio più corretto e confortevole.

Le dimensioni di alcune parti (paratie) del sistema di aspirazione sono state ridotte, dopo aver effettuato delle prove, per non compromettere l'efficacia dell'impianto.

La **vaschetta** dell'acqua è stata allargata verso l'interno del tavolo per evitare alle operatrici di sporgersi eccessivamente per bagnare le spugne.

La **seduta** esistente era, seppure con difficoltà, regolabile in altezza con un meccanismo a vite. La regolazione era lenta e faticosa. Si è raccomandata la sua sostituzione con una seduta ergonomica più

moderna e con regolazione a pistone. Questo tipo di lavorazione prevede l'alternanza della posizione seduta e in piedi nelle sue diverse fasi (cosa che si è consigliato di mantenere), ma alcune operatrici scelgono di lavorare sempre in piedi o sempre sedute. Per questa ragione si è consigliato di prevedere diverse possibilità di seduta per permettere ad ogni operatrice di scegliere la soluzione ritenuta più confortevole.

Le alternative previste erano tre: una sedia di tipo rialzato con poggiapiedi incorporato, un sedili-in-piedi e, per chi volesse lavorare solo in piedi, un tappeto defaticante da associare ad un poggiapiedi che consentisse di scaricare alternativamente il peso da una gamba all'altra.

I punti ad angolo delle superfici del banco, soprattutto quelli che potevano entrare in contatto con gli arti o il busto dell'operaia, sono stati arrotondati, con l'aggiunta di una bordatura morbida, per evitare compressioni delle braccia o di altre parti del corpo.

Si consigliava infine l'impiego di **materiali** e di **finiture** a basso indice di riflessione della luce, anche in virtù del fatto che le operatrici usano un'illuminazione puntuale per esaltare le imperfezioni del pezzo. Per i colori da utilizzare per le finiture delle varie parti si sconsigliava l'uso del bianco e dei colori scuri mentre si raccomandano colori tenui, riposanti e gradevoli per la vista.

Progetto di massima

Il progetto di massima prevedeva l'adozione di un nuovo **tavolo di lavoro**, regolabile in altezza per mezzo di un dispositivo idraulico comandato da una manovella posta sul fianco, in posizione facilmente raggiungibile.

Per quanto riguarda l'impianto di **aspirazione**, il blocco situato sotto la superficie del piano di lavoro è stato modificato nella forma per permettere l'inserimento delle gambe sotto il tavolo in posizione seduta. Allo stesso modo è stato rivisto il profilo della "cappa". Il nuovo disegno del blocco metallico permette anche la riduzione dello spessore del piano di lavoro, almeno nella parte anteriore del tavolo.

In linea generale si raccomandava una riprogettazione dell'impianto di aspirazione che prevedesse l'eliminazione definitiva del volume sotto il tavolo.

Per il **tornio** si è mantenuta la possibilità di muoverlo in senso verticale mediante pistone ma prevedendo più di due posizioni, necessità che è stata più volte sottolineata dalle operatrici. Inoltre è stato previsto che il pistone potesse essere

arretrato verso il fondo del tavolo, per evitare di togliere spazio alle gambe e per permettere un range maggiore di movimento.

Un braccio con meccanismo a pantografo è stato usato per collegare il pistone al tornio, per consentirne il posizionamento in qualunque punto del piano. Se non utilizzato il tornietto può essere sistemato in prossimità della "cappa" in modo da non ingombrare la superficie.



Fig. 3. La nuova postazione di lavoro

E' stato previsto inoltre un nuovo **poggia braccia**, regolabile in altezza, posizionabile in qualunque punto e dotato di un appoggio anatomico e morbido. Il supporto, costituito da un braccio snodato, può essere fissato con un morsetto in un punto qualsiasi del margine del tavolo.

Lo stesso supporto è stato usato come base per una nuova **vaschetta** per l'acqua.

In questo modo i due ausili (poggia-braccia e poggia-vaschetta) possono essere intercambiabili in base alle necessità di lavorazione.

La vaschetta è stata riprogettata con un nuovo profilo a pareti inclinate per evitare flessioni del polso troppo pronunciate. Il bordo superiore è stato dotato di un profilo asimmetrico per costituire un alloggio naturale per i pennelli.

La struttura che sostiene l'asse dei **semilavorati** è stata riprogettata in funzione di una maggiore semplicità d'uso e di un più corretto rapporto con i movimenti di deposito o presa dei pezzi. Il meccanismo di regolazione in altezza è comandato da un manovella posta sul retro del tavolo, la regolazione in profondità è invece resa possibile dallo scorrimento dei profili delle aste orizzontali. Su queste sono stati montati dei rulli rotanti che permettono lo scivolamento parallelo dell'asse rispetto alla superficie di lavoro.

In tal modo l'operatrice può far scorrere i pezzi davanti senza doversi estendere per raggiungerli.

Per quanto riguarda la **seduta** si è consigliata una seduta rialzata ergonomica con regolazione a pistone. E' però opportuno lasciare la possibilità ad ogni operatrice di scegliere la posizione di lavoro preferita. Alla sedia rialzata è stato pertanto affiancato anche un sedili-in-piedi ed un tappeto defaticante associato ad un poggipiedi regolabile in altezza ed in inclinazione.

Tutte le superfici di spigolo sono state dotate di bordi arrotondati.

Per le varie parti della nuova postazione sono stati previsti **materiali** e le **finiture** a basso indice di riflessione della luce e colori tenui e riposanti.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Arfaioi C., Tartaglia R., Lombardi A.,
Movimenti ripetitivi degli arti superiori:
risultati della valutazione dell'esposizione e
dell'indagine clinica nella rifinitura di
ceramiche artistiche, Med Lav 1996; 6: 593-
597.

Corlett E. N., Clark T. S., The Ergonomics of
Workspaces and Machines (II Ed.), London,
Taylor & Francis, 1995.

Di Martino V., Corlett N. (a cura di),
Organizzazione del lavoro ed ergonomia,
Milano, Franco Angeli, 1999.

Karwowski W., Marras W. S., The Occupational
Ergonomics Handbook, CRC, 1999.

Pheasant S., Bodyspace, Anthropometry,
Ergonomics and the Design of Work (II
Ed.), London, Taylor & Francis, 1986.