

# Pneumatica nel medicale: aria buona

LE TUBAZIONI DI POSTA PNEUMATICA PERCORRONO, ATTRAVERSANDOLI, INTERI EDIFICI DI DIMENSIONI SPESSO MOLTO VASTE, COME OSPEDALI E ALTRI EDIFICI PUBBLICI, E SONO UTILIZZATE IN AMBITO FARMACEUTICO. MA LA PNEUMATICA È PROTAGONISTA ANCHE NEL SETTORE ODONTOIATRICO.

**Andrea Manuello Bertetto**

Ordinario di Meccanica Applicata alle Macchine, Politecnico di Torino

La nascita delle macchine e la loro interazione con le persone sono, fin dagli albori della presa di coscienza di una società in quanto tale, alla base della finalità della creatività, dell'operosità e dell'industria. La capacità di sviluppare macchine che interagiscano con l'uomo, per finalità diverse, è elemento essenziale della conoscenza e della evoluzione umana. L'interazione amichevole con la persona è una caratteristica importante nell'interazione dei dispositivi e dei sistemi di ausilio alla persona che presenta necessità di aiuto in patologie o situazioni in cui la persona voglia raggiungere o ripristinare prestazioni personali psicofisiche. La pneumatica che, con la sua capacità

di adattamento, è ideale per ambienti medicali o per cure domestiche di patologie e disfunzioni si propone con soluzioni vincenti e spesso amichevoli anche dal punto di vista psicologico, oltre che fisico. La capacità intrinseca della pneumatica di controllare la forza di attuazione con l'imposizione di livelli di pressione di alimentazione e la possibilità di utilizzare attuatori flessibili con pareti deformabili, capaci di un contatto morbido compatibile con l'interazione con la cute umana, fanno della pneumatica una tecnologia per un ausilio meccatronico ideale, attento alle necessità di recupero. In ogni epoca, dalla classicità ai tempi odierni, la capacità di concepire e progettare macchine contigue e collaboranti con le persone ha rappresentato aspetti tra i più alti della fertilità del genio umano.

La Filosofia, le Lettere e le Arti sono Macchine nell'accezione più alta, concepite dallo spirito umano, capaci di fabbricare pezzi importanti della cultura. Il fervore rinascimentale ha saputo anche concepire e generare macchine tecnicamente definite testimoni del "passaggio dal mondo del pressappoco all'universo della precisione" intesa, quest'ultima, come misurabile con un errore controllato e coscientemente accettato, rendendo possibile la rivoluzione della Scienza Nuova. L'Industria ha ruolo da protagonista, premessa alla nascita delle Accademie, ventre fertile di innovazione e progresso.



**Figura 1.** Bossolo navicella per posta pneumatica per utilizzo in ambiente ospedaliero (Aerocom).

## Il ruolo della posta pneumatica in ospedale

L'ospedale è una realtà sensibile e complessa dove l'informazione e il recapito rapido di campioni e attrezzature è essenziale. In pochi secondi, con la posta pneumatica, campioni di laboratorio, sangue e plasma, radiografie, farmaci, documenti possono essere trasportati in modo sicuro e rapido. In particolare, è possibile rapidamente gestire e distribuire anche farmaci, dal momento della prescrizione alla somministrazione al letto del paziente.

Questi sistemi di recapito controllato, a fronte di un investimento iniziale, permettono di azzerare gli sprechi, risparmiare sui consumi e migliorare la sicurezza dei pazienti, oltre che facilitare il lavoro degli operatori sanitari: infatti, in molti ospedali, è necessario avere personale dedicato al trasferimento di documenti, farmaci, campioni o, in mancanza di organico dedicato, si è costretti a utilizzare personale specializzato, come tecnici e infermieri, a eseguire dei trasporti da un reparto all'altro, interrompendo le loro proprie mansioni. Il sistema di posta pneumatica assicura rapidità e controllo della sicurezza del servizio ai pazienti e si ha maggiore aderenza alla terapia, eliminando sprechi e permettendo un controllo ottimale dei costi, oltre alla possibilità di utilizzare al meglio il personale, altrimenti impegnato in recapiti interni alla struttura ospedaliera, spesso estesa e ramificata.

Inoltre, i sistemi di distribuzione automatizzata tracciata e controllata eliminano gli errori di somministrazione dei medicinali, ottengono un risparmio significativo sui consumi di farmaci e dispositivi medici, abbattano le giacenze di magazzino. In aggiunta a tali vantaggi si ha l'azzeramento dello spreco di farmaci scaduti.

a



b



a

b

## Realizzazioni di impianti di posta pneumatica per la sanità

Gli impianti di posta pneumatica rispondono a esigenze importanti con il raggiungimento di prestazioni elevate in risposta a requisiti stringenti. Tra le aziende del settore spicca la Aerocom, che ha conquistato l'ambito posizione di produttore di posta pneumatica di riferimento a livello globale. Questa azienda, ad oggi, ha installato, nel mondo, decine di migliaia di impianti di posta pneumatica in tantissime realtà diverse. La definizione del tipo di impianto dipende principalmente dal numero delle postazioni che si intende collegare. Le altre componenti e variabili influen-

ti sul progetto sono la frequenza delle spedizioni, la distanza massima tra i punti e la configurazione dello scenario di installazione. Tra le realizzazioni di posta pneumatica di maggiore pregio ingegneristico e tecnologico si trovano gli impianti in ambito ospedaliero. Tutti i reparti di un complesso ospedaliero possono essere collegati tra loro da un sistema di posta pneumatica: Accettazione, Pronto Soccorso, Laboratorio, Chirurgia, Banca del Sangue, Farmacia Centrale, Ambulatori, Caposala Degenze, Amministrazione, Mensa ed altri reparti e servizi, con la posta pneumatica, sono collegati in modo sicuro e rapido. Negli ospedali, la posta pneumatica viene utilizzata per il trasporto di

### Figura 2. In alto:

Tubi per posta pneumatica installati sottoterra (a); linea aerea di tubo per posta pneumatica, sostenuta da struttura a traliccio (b) (Aerocom).

### Figura 3. Sotto:

Turbina di alimentazione di linee per posta pneumatica (a); turbine nella sala alimentazione di linee di posta pneumatica in struttura sanitaria (Aerocom).

a



b



**Figura 4.** Sala di generazione di potenza pneumatica (a) e di distribuzione dei flussi di trasporto di posta pneumatica (b) (Aerocom).



**Figura 5.** Sistema di interscambio di gruppi di bossoli navicelle provenienti dall'alto e che ripartono verso l'alto in nuove linee (Aerocom).

## Recapito sicuro di informazioni e oggetti

In molti complessi, impianti e sistemi anche estesi il recapito di oggetti e informazioni è essenziale per il raggiungimento di obiettivi vitali. A queste esigenze è possibile rispondere, con rapidità e preservando la sicurezza, con impianti di posta pneumatica. Questo sistema fu inventato, nell'Ottocento, dall'ingegnere scozzese William Murdoch. Il sistema di Murdoch fu adottato e sviluppato dalla London Pneumatic Dispatch Company, costituita il 30 giugno 1859, per progettare, costruire e gestire un sistema ferroviario sotterraneo per il trasporto di posta, pacchi e merci leggere tra diverse località della capitale dell'Impero Britannico. Nel 1799 George Medhurst depositò un brevetto per una pompa in grado di comprimere l'aria per ottenere forza motrice. L'anno successivo brevettò il suo motore "Aeolian" che utilizzava l'aria compressa per muovere veicoli. Nella sua opera "On the properties, power & application of the Aeolian engine, with a plan and particulars for carrying it into execution" illustrava i dettagli per la sua realizzazione con l'utilizzo di motori ad aria compressa per il moto di veicoli e proponeva l'istituzione di servizi di corriere, gestiti da stazioni di pompaggio dell'aria compressa lungo il percorso. Nel 1810 George Medhurst pubblicò l'opera tecnica "A new method of conveying letters and goods with great certainty and rapidity by air", ma non brevettò l'idea descritta nell'opera. L'estensione concettuale del principio della posta pneumatica ha portato a progetti e realizzazioni di sistemi di trasporto di oggetti di grandi dimensioni e di passeggeri. George Medhurst realizzò una linea ferroviaria con navicelle spinte dall'aria compressa. In seguito, negli Stati Uniti, venne presentato un progetto per una rete di tubi pneumatici che avrebbe permesso di consegnare la posta in ogni casa. Una estesa rete di tubi pneumatici fu realizzata ed utilizzata a Parigi negli anni Ottanta del secolo scorso fino all'avvento di reti informatiche e fax. Nella capitale della Repubblica Ceca, una rete di circa sessanta chilometri consegnava piccoli pacchi e posta fino al 2002, quando una alluvione la danneggiò. L'Italia è l'unica nazione ad aver stampato, nella prima metà del Novecento, francobolli destinati alla posta pneumatica; in Francia, Austria e Germania esistevano buste di formato specifico, da utilizzare per questa tecnologia di recapito postale. Questo sistema di recapiti trova un uso esteso e tipico in ospedali, banche, enti amministrativi centri commerciali. Alcuni sistemi raggiungono una velocità del bossolo di decine di metri al secondo, cosa che consente recapiti rapidi e sicuri al riparo da interruzioni di comunicazioni che nascono da imprevisti e da malintenzionati.

provette, documenti, cartelle cliniche, radiografie, medicinali, plasma, strumenti, posta e molto altro. Questo sistema permette di velocizzare i trasporti, razionalizzare il lavoro evitando interruzioni e ritardi, riducendo i costi e rispettando le competenze del personale. In un impianto di posta pneumatica, la scelta del bossolo, che rappresenta la navicella, è il primo passo nella definizione di un impianto di posta pneumatica e si basa sulle caratteristiche dell'oggetto del trasporto. La scelta del bossolo definisce il diametro della tubazione e il raggio minimo delle curve delle tubazioni stesse. Le dimensioni dei bossoli riguardano diametro interno e lunghezza. Queste dimensioni sono solitamente da 80mm a 240mm per il diametro interno e, per le lunghezze, fino a 500mm. Le dimensioni dei bossoli corrispondono a quelle dei tubi industriali standard. Conviene, comun-

a

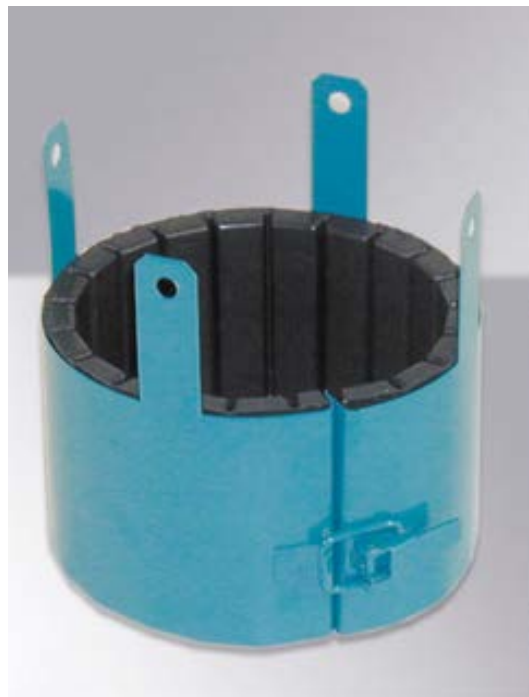


b



**Figura 6.** Sistema deviatore di linee singole di interscambio controllato elettronicamente (a); insieme di deviatori di interconnessione di diverse linee (b) (Aerocom)

que, utilizzare diametri e lunghezze minori possibili, in funzione degli oggetti da trasportare, poiché al crescere delle dimensioni dei bossoli crescono diametri e raggi di curvatura delle linee di tubi imponendo maggiori oneri progettuali, costi delle linee, come, anche, maggiore consumo di aria compressa. I bossoli devono essere robusti contenitori adattabili ai più diversi contenuti. I bossoli sono dotati di speciali aperture e devono essere maneggevoli nelle diverse situazioni in cui vengono utilizzati. Esistono anche bossoli ermetici e su misura per rispondere alle esigenze imposte dal carico trasportato. In figura 1 si vede un bossolo della Aerocom. Si noti il corpo centrale trasparente, che agevola il riconoscimento del carico trasportato, le due testate con apertura sicura ed agevole, per accedere al volume di carico, le guarnizioni di tenuta intorno alle testate di estremità, per consentire di sfruttare la forza generata dalla pressione del fluido, evitando perdite. I bossoli navicella viaggiano all'interno di speciali tubazioni con diametri e curve di raggio di curvatura opportuni. Le tubazioni per posta pneumatica sono quasi tutte in



a

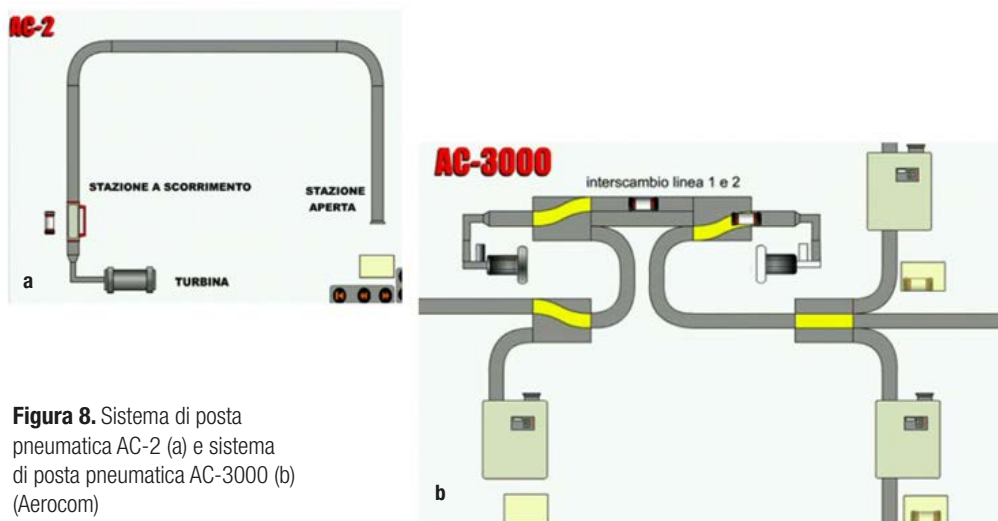
PVC. Questo materiale offre facilità di montaggio e costi contenuti, tuttavia, in casi particolari è possibile utilizzare materiali diversi, come ad esempio tubazioni metalliche, utilizzate in acciaierie o materiali trasparenti. Le tubazioni, del tipo di quelle rappresentate in figura 2a, permettono di collegare diversi punti all'interno di un edificio o di un complesso industriale



b

o di servizi, o di connettere anche postazioni tra edifici diversi utilizzando percorsi aerei o sotterranei. La grande adattabilità delle linee di posta pneumatica consente di realizzare impianti in edifici già esistenti; questa caratteristica rappresenta una grande valore aggiunto anche in realtà sanitarie ed ospedaliere che dispongono di edifici dotati di numerosi impianti este-

**Figura 7.** Linea di tubi pneumatici per recapito di posta pneumatica attraverso ambienti complessi (a); manicotto antincendio per tubi di posta pneumatica (b) (Aerocom)



**Figura 8.** Sistema di posta pneumatica AC-2 (a) e sistema di posta pneumatica AC-3000 (b) (Aerocom)



**Figura 9.** Stazione di arrivo dei bossoli dotata di freno e cestello di raccolta (a); postazione della stazione di arrivo in laboratorio con scivolo di raccolta e postazione di partenza (b) (Aerocom)

si, tecnologicamente avanzati ed articolati, in cui la posta pneumatica si inserisce evitando di stravolgere una realtà complessa. In figura 2b si vede un ardito passaggio in un impianto di grandi dimensioni. In particolare, si vede un tubo pneumatico che segue un passaggio da una quota sotterranea fino a quota a livello di copertura dell'edificio. Il tubo è sostenuto da un traliccio metallico che assicura stabilità strutturale alla linea di comunicazione pneumatica. In testa alle turbine, del tipo di figura 3a, in grado di fornire il salto di pressione, a cavallo dei

bossoli, per generare la forza motrice, è montata un'elettro-valvola che inverte meccanicamente il flusso d'aria generato dalle soffianti; spesso esse sono raccolte in sale di alimentazione delle linee, come in figura 3b. In questo modo esse consentono di raggiungere velocità di trasporto dei bossoli fino a 8m/s. In caso di trasporti particolarmente delicati, è possibile impostare di volta in volta la velocità su valori definiti per evitare accelerazioni non compatibili con l'integrità del carico trasportato. Questo può accadere, per esempio, con campioni emati-

ci o particolari preparati farmaceutici. In figura 4a è rappresentata una sala di generazione di pressione e portata pneumatica: si vedono numerose turbine a cui è affidato il compito di generare la pressione ed il flusso. In figura 4b si ha una sala di distribuzione dei flussi di trasporto di posta pneumatica. In particolare, in figura 4b si vede un sistema di interscambio di bossoli navicelle provenienti dall'alto. Questo sistema è rappresentato, con maggiore dettaglio, in figura 5. I bossoli, trattati a gruppi, sono interscambiati e ripartono verso l'alto gestiti dal sistema di gruppo di interscambio. In figura 6, invece, si vede un sistema di scambio deviatore di linee singole, percorso da un bossolo. I deviatori hanno una funzione simile a quella svolta dagli scambi sulle linee ferroviarie; essi permettono la realizzazione di sistemi anche altamente complessi. Controllati elettronicamente sono essi stessi che, posizionandosi automaticamente, consentono ai bossoli di imboccare le linee corrette e di raggiungere le destinazioni selezionate. Le tubazioni di posta pneumatica percorrono, attraversandoli, interi edifici di dimensioni spesso molto vaste, come ospedali, edifici pubblici amministrativi, banche, ministeri, edifici industriali. In figura 7a si ha una linea di tubi pneumatici per recapito di posta pneumatica attraverso ambienti complessi. Questa rete di tubazioni, in presenza di incendi, potrebbe rappresentare una pericolosa, micidiale, rapida via di propagazione dell'incendio. Speciali manicotti antincendio, del tipo di quello rappresentato in figura 7b, impediscono la propagazione delle fiamme attraverso le tubazioni della posta pneumatica. Questi manicotti sono certificati REI 120 oppure 180 e vengono forniti con le relative dichiarazioni di posa in opera e conformità.

## La definizione del tipo di impianto

La definizione del tipo di impianto dipende principalmente dal numero delle postazioni che si intende collegare. Le altre componenti e variabili influenti sul progetto sono la frequenza delle spedizioni, la distanza massima tra i punti e la configurazione dello scenario di installazione.

In figura 8a si vede lo schema di impianto Aerocom denominato AC-2. Questo impianto, semplice e versatile, conta un numero massimo di stazioni di tre, un'unica linea, la possibilità di montare deviatori a due e a tre vie. Il generatore di aria compressa è rappresentato da una turbomacchina in grado di generare un salto di pressione e di invertirne il verso con l'intervento di una elettrovalvola. In figura 8b si ha un impianto AC-3000, della Aerocom, con interscambio tra linee. L'arrivo dei bossoli è gestito da particolari unità del tipo di quelle rappresentate in figura 9. In questa figura si vede la stazione di arrivo dei bossoli, dotata di freno e cestello di raccolta. Questo sistema consente agli operatori di raccogliere comodamente i bossoli, con il loro carico, dal cestello, dopo che il bossolo, arrivato presso la stazione di destinazione a velocità anche piuttosto elevate, dell'ordine di alcuni metri al secondo, giunge all'uscita a velocità quasi nulla grazie all'azione frenante di un sistema dedicato alla gestione della dinamica del bossolo che viene rallentata opportunamente per l'arrivo all'uscita.

## La posta pneumatica in ambito farmaceutico

In ambito farmaceutico e di gestione di consegna dei farmaci, la posta pneumatica riveste un ruolo importante per avere efficienza, rapidità e sicurezza di consegna di farmaci ai reparti ed ai clienti. PharmaPost e aeropharma sono una risposta all'esigenza di trasporto e consegna dei

farmaci proposta da Aerocom. La crescente domanda del mercato farmaceutico, che ricerca la tecnologia per l'immagazzinamento automatico attraverso sistemi di posta pneumatica impone una automazione efficiente e dedicata della gestione dei farmaci. La necessità di coprire la distanza fra il magazzino dei medicinali e il banco della farmacia viene soddisfatta con rapidità utilizzando questi impianti. PharmaPost consente al farmacista di determinare tempistiche e modalità di presentazione del farmaco al banco. Questo dà al farmacista la libertà di consultare i clienti senza interruzioni. Le opzioni di stazioni multiple di Aerocom, insieme al progetto dei componenti modulari di PharmaPost, offrono la massima flessibilità di progettazione. Aerocom può personalizzare un sistema di tubi pneumatici per soddisfare qualsiasi criterio di progettazione. Il disegno in figura 10 mostra il caricamento manuale (1) e il sistema di caricamento automatico (6). Le stazioni di consegna possono essere integrate in un banco di lavoro (2) o di vendita (3,4,5). PharmaPost di Aerocom rappresenta un collegamento diretto e rapido tra le aree remote di stoccaggio dei farmaci ed i banchi della farmacia. Nel sistema PharmaPost, il cui sche-

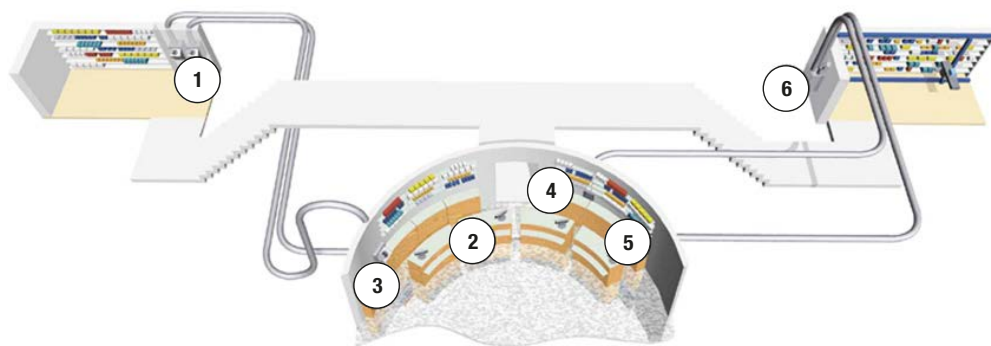
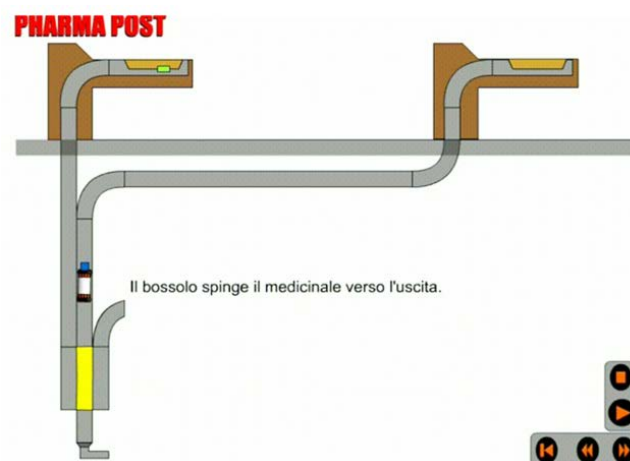


Figura 10. Il sistema di posta pneumatica PharmaPost per la gestione e distribuzione dei farmaci (Aerocom).



ma è rappresentato in figura 11, il medicinale segue un percorso a senso unico dal magazzino, verso il banco, che rappresenta la stazione di arrivo. In questo sistema, il medicinale non viene inserito all'interno del bossolo, ma viene spinto da esso lungo la tubazione. Una volta che il medicinale è giunto a destinazione, il bossolo rilascia il medicinale e, ormai scarico, ripercorre il tragitto all'indietro. Alla stazione di arrivo, dunque, non sarà necessario aprire il bossolo per ritirare il medicinale: quest'ultimo sarà ormai rilasciato in un vassoio pronto per essere ritirato. In figura 12 è rappresentato un tratto della linea di tubi pneumatici per il recapito di medicinali dal magazzino al banco. Molto spesso, il magazzino dei me-

Figura 11. Schema della linea di posta pneumatica PharmaPost per la gestione e distribuzione dei farmaci (Aerocom)



**Figura 12.** Tubi di posta pneumatica in farmacia per il recapito di farmaci dal magazzino al banco di consegna (Aerocom)

dicinali è situato in un'area separata da quella esposta al pubblico, talvolta anche su un livello diverso del fabbricato.

Impianti dedicati di posta pneumatica, associati a sofisticati sistemi per la gestione automatica del magazzino, consentono l'automazione delle operazioni di gestione e trasporto di farmaci dal magazzino al banco o ai reparti, riducendo i tempi di attesa: mentre il sistema preleva e trasporta autonomamente il prodotto, il personale preposto può già dedicarsi alla mansione successiva prevista e prenotare un nuovo trasporto.

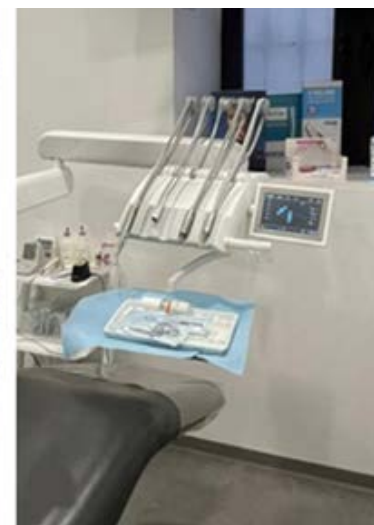
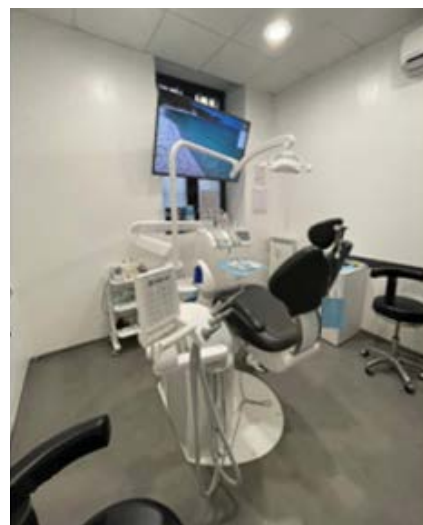
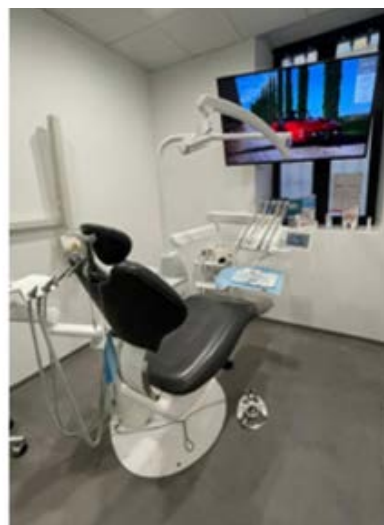
## La pneumatica protagonista in odontoiatria

L'aria compressa è strumento efficiente per trasferire energia e renderla facilmente fruibile in postazioni distribuite lungo l'impianto. All'atto della espansione del gas compresso, è possibile generare energia meccanica da parte di motori pneumatici. Nel campo della odontoiatria, sistemi pneumatici sono utilizzati per generare forza o momento meccanico statico o in presenza di velocità, siano esse lineari o angolari. La pneumatica in odontoiatria è utilizzata anche per il posizionamento di poltrone odontoiatriche in grado di definire, in modo ottimale, il posizionamento, l'assetto e l'interazione tra odontoiatra e paziente. I comandi del controllo di posizionamento ed assetto della poltrona lasciano libere le mani dell'odontoiatra e si presentano spesso comandati da pedali. Lo studio odontoiatrico vede le applicazioni di pneumatica protagoniste nel riunito dentale.

Esso rappresenta il centro ed il complesso integrato dello studio odontoiatrico. Nel riunito dentale si ha una poltrona per il paziente, dotata di numerosi gradi di libertà, per il posizio-

namento del paziente e l'esecuzione delle terapie; intorno alla poltrona odontoiatrica si individuano due aree: il lato operatore ed il lato assistente. Il primo è dedicato all'odontoiatra e sarà posizionato a destra o a sinistra della poltrona a seconda se l'odontoiatra è destro o mancino; il secondo lato è opposto al precedente ed è attribuito all'assistente. Sul primo lato, quello dell'odontoiatra, si trova la faretra con gli strumenti odontoiatrici come turbina, manipoli, siringa per acqua e aria. Il riunito è servito da un compressore d'aria per applicazioni medicali, senza lubrificazione, che tratta aria finemente filtrata in grado di alimentare gli strumenti pneumatici e un aspiratore chirurgico. Nella figura 13 si distingue la poltrona con, ai lati, il lato operatore ed il lato assistente. Nella zona del lato operatore si vede la faretra che porta gli strumenti tra cui le turbine pneumatiche, i manipoli, la siringa aria/acqua. La faretra è collegata ad una pulsantiera che comanda tutte le funzioni del riunito e a una pedaliera per attivare e regolare la potenza degli strumenti rotanti. Ancora nella zona del lato operatore si trova il "portatray" per i vassoi

**Figura 13 .** Il riunito di una delle sale dello studio Sabione & Di Bella (a); il riunito ripreso dal lato operatore, per odontoiatra destro (b); il riunito ripreso dal lato assistente, per odontoiatra destro (c); la faretra del riunito (d) (Sabione & Di Bella Dentisti Associati – Torino).



a

b

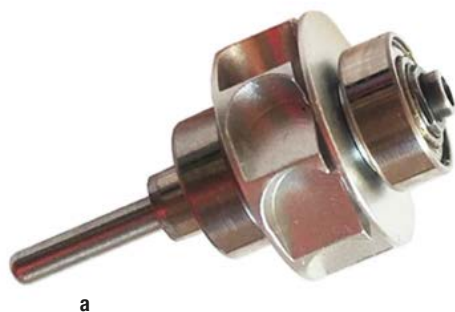
c

d

con gli strumenti manuali e i materiali per le terapie odontoiatriche. Sul lato assistente ci sono le varie prese a cui collegare gli aspirasaliva per aspirare dalla bocca del paziente la saliva e l'acqua nebulizzata dagli strumenti rotanti. Inoltre, da questo lato, si trovano il porta-bicchiere e la sputacchiera per le manovre di risciacquo. Collegata al riunito, si trova una lampada per illuminare il campo operatorio. Può essere presente uno schermo collegato ad una videocamera intra orale, per permettere al paziente di visionare la propria situazione orale. In figura 13a si vede il riunito di una delle sale dello studio Sabione & Di Bella di Torino; in figura 13b è rappresentato il riunito ripreso dal lato operatore, per odontoiatra destro; in figura 13c è rappresentato il riunito ripreso dal lato assistente, per odontoiatra destro; in figura 13d è rappresentata la faretra del riunito.

## La turbina dentale pneumatica

Diversi sono gli strumenti pneumatici a disposizione dell'odontoiatra. Tra questi, uno dei più importanti è la turbina dentale pneumatica. La turbina dentale, del tipo di quella rappresentata in figura 14, è uno strumento con mandrino rotante su cui è fissato l'utensile. All'interno dello strumento una girante di turbina, del tipo di quella rappresentata in figura 15a, sfrutta l'espansione dell'aria compressa raggiungendo velocità angolari molto elevate, fino a velocità massime di 500.000 giri al minuto.



**Figura 15.**  
Girante di turbina dentale e cuscinetto ceramico per alte velocità.



A causa di tali elevate velocità angolari, i supporti che sostengono la girante sono cuscinetti particolari ad alta tecnologia, spesso con materiali ceramici, del tipo di quelli rappresentati in figura 15b.

La coppia, per contro, disponibile all'albero di uscita risulta piuttosto bassa. Queste caratteristiche rendono la turbina adatta per abradere o tagliare lo smalto e i materiali utilizzati nelle protesi fisse, che risultano di elevata durezza. Per la qualità della turbina dentale e per la sua durata risultano fondamentali i cuscinetti di supporto della girante che, spesso, sono di tipo ceramico per una maggiore durata. L'odontoiatra aziona il comando per regolare la pressione di alimentazione della turbina in modo graduale, solitamente con un pedale, al fine di non impegnare le mani per questa regolazione. La velocità angolare elevata, nonostante il diametro contenuto dell'utensile, provoca, comunque, una elevata velocità relativa al contatto tra utensile e superficie lavorata. Questo genera energia termica da attrito di strisciamento, ciò rende necessaria una forma di raffreddamento dell'area dell'intervento. L'irrigazione con aria e acqua è fondamentale per evitare di danni alla superficie lavorata e all'utensile, mantenendo la temperatura bassa, smaltendo il calore tramite l'irrigazione. I punti di irrigazione sono solitamente più di uno, meglio se tre o quattro, al fine di avere una nebulizzazione della miscela



**Figura 14.**  
Turbina dentale  
(Cefla Medical Equipment  
- Imola - Bologna)

aria-acqua stabile, un raffreddamento efficiente ed uniforme, una visibilità del campo operatorio. Lo spray, inoltre, sgombra il campo da residui di lavorazione, altrimenti ingombranti nella zona operatoria. Inoltre, lo spray sgombra il campo di lavoro dai residui prodotti dall'uso della turbina. Oltre al rotore, i componenti importanti della turbina odontoiatrica sono i cuscinetti che devono resistere all'attrito per tutta la vita dello strumento. Assieme a una lubrificazione corretta del manipolo, la qualità dei cuscinetti contribuisce alla longevità e garantisce prestazioni ottimali.

*L'autore desidera ringraziare per le informazioni fornite e la cortese concessione della pubblicazione di immagini: l'azienda Aerocom di Lodi Vecchio (LO) e, in particolare, il Dott. Fabio Garofano, Direttore Generale di Aerocom GCT S.r.l.; lo Studio Sabione & Di Bella Dentisti Associati e, in particolare, i Dott. Christian Sabione e Matteo Di Bella; l'azienda Cefla Medical Equipment di Imola (BO) e, in particolare, il dott. Massimo Mantecchini.*

## In conclusione

La grande versatilità ed adattabilità della pneumatica sono alla base del grande numero e diversità delle sue applicazioni, anche in ambito medicale, sanitario ed ospedaliero. La posta pneumatica e l'utilizzo della pneumatica in odontoiatria danno un panorama variegato delle applicazioni della pneumatica in ambito medicale.