

UNIVERSITÀ DI PADOVA



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Relazione Tirocinio Breve

# **SALE OPERATORIE: TECNOLOGIA ED INNOVAZIONE**

**OPERATING THEATRES:  
TECHNOLOGY AND INNOVATION**

*Lavoro di ricerca di attrezzature biomedicali, in relazione alle principali novità sul mercato, nella prospettiva di realizzazione di una nuova "piastra" operatoria presso l'Ospedale "Mater Salutis" di Legnago (VR).*

Laureanda: CASTAGNA LAURA

Relatore: Prof.ssa SACCOMANI MARIA PIA

Tutor Aziendale: Ing. PANZIERA FIORENZO

**Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica**

**26 MARZO 2010**

**Anno accademico 2009-2010**



*A mamma, papà, Alessandra e Nicola.*



# SOMMARIO

SOMMARIO.....	01
INTRODUZIONE.....	03
SEDE DEL TIROCINIO.....	05
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>OBIETTIVO QUALITÀ - <i>Sanità e letteratura</i></b> .....	07
1.1 LA SANITÀ PUBBLICA E PRIVATA.....	07
1.2 SALE E BLOCCHI OPERATORI.....	08
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>OBIETTIVO SICUREZZA - <i>I rischi delle sale operatorie</i></b> .....	13
2.1 I PERICOLI.....	14
2.2 LE NECESSITÀ.....	20
<b>CAPITOLO 3</b>	
<b>OBIETTIVO AVANGUARDIA - <i>Le novità del settore</i></b> .....	23
3.1 I SISTEMI DI ULTIMA GENERAZIONE.....	23
3.2 APPARECCHIATURE INNOVATIVE.....	27
3.2.1 IL TAVOLO OPERATORIO.....	27
3.2.2 LE LAMPADE SCIALITICHE.....	33
3.2.3 L'APPARECCHIO PER ANESTESIA.....	39
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>OBIETTIVO PROGETTAZIONE – <i>Piastre operatorie moderne</i></b> .....	51
4.1 L'OSPEDALE “FRACASTORO”.....	51
4.2 L'OSPEDALE “MATER SALUTIS”.....	56
CONCLUSIONE.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	61
RINGRAZIAMENTI.....	63



# INTRODUZIONE

I bisogni di ricerca e garanzia di “*sicurezza*” rivestono oggi un ruolo di primaria importanza, specie quando ci si trova ad affrontare realtà a stretto contatto con la vita.

Vari traguardi sono stati raggiunti nel corso degli ultimi anni grazie alla presenza di norme specifiche, che regolano la produzione e l'utilizzo di macchinari, e alle tecniche avanzate.

Gli obiettivi fondamentali da perseguire, pertanto, riguardano principalmente la necessità di avere a disposizione apparecchi elettromedicali specifici per l'uso cui destinati e l'attuazione di una politica di revisione e controllo costante, al fine di garantire la corretta ed effettiva efficienza dell'impianto.

Il mio tirocinio, svolto presso l'Azienda U.L.S.S. 21 “Mater Salutaris” di Legnago (VR), ha come scopo lo studio e la progettazione di una nuova piastra operatoria, in prospettiva di realizzazione, presso la sede principale dell'Ospedale Veronese.



Prospetto frontale dell'Ospedale “Mater Salutaris”.

Nel corso delle duecentocinquanta ore ho analizzato le sale operatorie ed i macchinari attualmente disponibili presso l'Unità principale, al fine di capire meglio le eventuali necessità.

Successivamente ho attuato un piano di ricerca nel mercato di strumenti elettro-medicali potenzialmente superiori agli esistenti, per poterli, eventualmente, sostituire con gli esistenti.

Al fine di migliorare i profili di qualità e sicurezza che un blocco deve saper fronteggiare per poter vantare essere un progetto d'avanguardia, ho studiato i vari rischi e pericoli esistenti nelle sale operatorie.

Per migliorare il mio lavoro, poi, ho esaminato dal vivo la recente piastra operatoria dell'Ospedale "Fracastoro" di San Bonifacio (VR) e mi sono avvalsa del confronto diretto con Ingegneri, Medici ed esperti del settore Clinico.

Oggi, infatti, la selezione di macchinari biomedico-applicativi adeguati alle esigenze specifiche, la loro collocazione e le necessità di rispondere alle richieste del personale medico-sanitario giocano un ruolo chiave nella realizzazione e nella funzionalità delle nuove sale operatorie.

Il tutto allo scopo di poter usufruire al meglio delle tecniche avanzate di ultima generazione.

---



# SEDE DEL TIROCINIO

Il Servizio Tecnico dell'Azienda U.L.S.S. 21 di Legnago (VR), luogo dove ho svolto il mio tirocinio formativo di duecentocinquanta ore, ha lo scopo di attuare una visione globale e d'insieme di tutto ciò che riguarda l'aspetto tecnologico ed impiantistico delle Unità Ospedaliero-Sanitarie delle sedi di Legnago, Bovolone, Zevio e Nogara.



Nel 1993 il settore si è ampliato, facendo spazio alla recente Sezione di Ingegneria Clinica, gestita dal p.i. Seghetto.

Il Servizio Tecnico, gestito dal Direttore Tecnico Ingegnere Panziera Fiorenzo, vanta collaboratori sia interni che esterni ed è un settore di notevole rilevanza in via di continuo sviluppo.

I campi di occupazione riguardano la coordinazione, la promozione e la valutazione dei macchinari delle strutture ospedaliere di competenza, senza trascurare i bisogni di impiantistica ed amministrazione.

Ad occuparsi direttamente della gestione, del controllo, del collaudo e dell'analisi delle apparecchiature sanitarie, invece, è un servizio esterno.

Nel corso della mia permanenza presso l'Ospedale Veronese, il servizio era affidato alla ditta "Ingegneria Biomedica Santa Lucia", diretta dall'Ingegnere Tapparelli.

## OSPEDALE "MATER SALUTIS"

Azienda U.L.S.S. 21 - Regione Veneto

Via Gianella, 1 - 37045 Legnago (VR)



# CAPITOLO 1

## OBIETTIVO QUALITÀ

### *Sanità e letteratura*

## 1.1 LA SANITÀ PUBBLICA E PRIVATA

La salute del paziente deve rappresentare il primo obiettivo da raggiungere e soddisfare. Per questo, il medico deve saper e poter sfruttare al massimo tutte le sue conoscenze, grazie all'ausilio della scienza.

L'ospedale, infatti, è un luogo di cura che deve essere in grado di rispondere nel migliore dei modi alle esigenze di salute dei pazienti.

Il primo punto della "Carta dei servizi" dell'Azienda U.L.S.S. 21 cita:

*"Il paziente ha diritto ad essere assistito e curato con premura ed attenzione, nel rispetto della dignità e delle proprie convinzioni filosofiche e religiose."*

Al fine di migliorare il servizio offerto, oltretutto, è indispensabile limitare al massimo l'invasività delle operazioni in "chirurgia aperta", cercando di abolire il vecchio concetto di "grande chirurgo ergo grande taglio".

E' importante, inoltre, considerare che la probabilità di contrarre un'infezione in ambito ospedaliero è proporzionale:

- alla frequenza di esposizione al pericolo;
- alla prevalenza dell'agente infettante nel paziente;
- all'efficacia nella trasmissione dell'elemento patogeno a seguito delle singole esposizioni.

Cercare di limitare le possibilità di contagio, sia da parte del paziente in cura che da parte degli operatori sanitari e dei visitatori, è un obiettivo fondamentale che un'azienda ospedaliera deve fronteggiare.



## 1.2 SALE E BLOCCHI OPERATORI

Le sale operatorie, argomento centrale della mia tesi, sono ambienti fortemente a rischio sia per il paziente che per l'operatore e, pertanto, è indispensabile considerare il fattore sicurezza.

Sono il cuore di un blocco operatorio e, in particolare, costituiscono un sistema che necessita di forte adattabilità, facendo parte di una struttura organizzativa dedicata all'effettuazione di manovre di elevata intensità.

### **➔ IL COMPLESSO OPERATORIO**

Il termine "complesso operatorio", così come quello di "piastra operatoria" o di "blocco operatorio", indica un insieme di locali e strutture necessarie all'esecuzione di interventi chirurgici.

Fondamentalmente è costituito da:

- sale operatorie;
- locali di servizio.

La costruzione e l'organizzazione di una piastra operatoria devono essere finalizzati alla funzionalità ed alla massima riduzione della contaminazione esogena: ogni supporto impiantistico e tecnologico, infatti, deve garantire efficienza e sicurezza, secondo criteri che consentano un buon mantenimento delle condizioni igieniche. Per di più, tale complesso deve essere facilmente raggiungibile dai reparti di degenza, mentre deve essere escluso dalle grandi correnti di traffico dell'ospedale.

Per definizione, un "blocco operatorio", per poter essere considerato tale, deve comprendere almeno due sale nelle quali svolgere interventi chirurgici, oltre ai relativi locali di servizio.

Per l'appunto, oltre alle sale operatorie vere e proprie, fanno parte del blocco anche altri ambienti dediti ad essere utilizzati per:

- la preparazione del paziente all'intervento;
- l'induzione anestesiológica;
- il risveglio del paziente, nella fase di post-operazione.

Particolare importanza è assunta dal sistema di climatizzazione e di filtrazione dell'aria.

Controllando i livelli di temperatura, il tasso di umidità e la quantità di pulviscolo in sospensione, infatti, si crea e si conserva il microclima ottimale per tutta la durata del pre, del mentre e del post intervento chirurgico.

---

## ➤ LA SALA OPERATORIA

Una sala operatoria è un area in comunicazione diretta, attraverso due differenti porte, sia con il locale di lavaggio e vestizione del personale medico e paramedico che partecipa all'intervento, sia con il locale di preparazione e risveglio del paziente.

Le sue dimensioni sono sufficientemente ampie per consentire la massima libertà di movimento e un agevole collocazione ed utilizzazione delle apparecchiature elettromedicali che la chirurgia e l'anestesia moderne richiedono.

Per essere ottimale, una sala deve avere le seguenti proprietà base:

<b>AREA SUPERFICIE</b>	$40 \text{ m}^2 \leq \text{SUPERFICIE} \leq 70 \text{ m}^2$
<b>CARATTERISTICHE PER:</b>  - PAVIMENTI - SUPERFICI - PARETI	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Devono essere rivestiti con materiali:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ lavabili;</li> <li>○ resistenti all'usura;</li> <li>○ non riflettenti la luce.</li> </ul> </li> <li>▶ devono avere superfici lisce;</li> <li>▶ non devono presentare:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ fessure;</li> <li>○ sporgenze;</li> <li>○ angoli acuti che ostacolino un accurato lavaggio e disinfezione.</li> </ul> </li> </ul>

Gli elementi essenziali di ogni sala operatoria sono:

- il tavolo operatorio;
- le lampade scialitiche;
- gli apparecchi per l'anestesia, il monitoraggio e la rianimazione d'emergenza.

Molte delle attrezzature presenti nell'ambiente chirurgico vengono disposte nello spessore delle pareti o sospese al soffitto, mediante l'utilizzo di appositi piani pensili.

Questo perché occorre rispettare il "principio fondamentale per la disposizione degli apparecchi elettro-medicali". Esso, infatti, prevede che il numero degli elementi a contatto con il pavimento, o occupanti una sala operatoria, sia ridotto al minimo indispensabile.

Gli elementi che non possono essere posti su pensile e che, quindi, si trovano ad essere a contatto con la pavimentazione sono, principalmente:

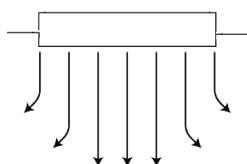
- il tavolo operatorio;
- l'apparecchio di anestesia-monitoraggio-aspirazione;
- il tavolo porta-ferri;
- il carrello servitore;
- il porta-rifiuti.

Le continue innovazioni tecnologiche impongono la realizzazione di nuove aree chirurgiche e la creazione di eventuali spazi per l'inserimento futuro di altri strumenti per la diagnosi e la terapia.

Dal punto di vista della contaminazione, le sale operatorie devono attenersi al rispetto di alcuni parametri di sicurezza.

Nelle tabelle che seguono, sono riportati in modo sintetico i principali punti cui fare riferimento.

<b>LIMITI DEI VALORI DI CONTAMINAZIONE MICROBICA DELL'ARIA</b>			
<b>Aria ambiente in vicinanza del tavolo operatorio</b>	<i>Sala Operatoria Pronta</i>	≤	35 UFC/m <sup>3</sup>
	<i>Sala Operatoria in Attività a flusso turbolento</i>	≤	180 UFC/m <sup>3</sup>
	<i>Sala Operatoria in Attività a flusso laminare</i>	≤	20 UFC/m <sup>3</sup>
<b>Aria immessa dall'impianto VCCC di Ventilazione e Condizionamento a Contaminazione Controlla</b>		<	1 UFC/m <sup>3</sup>
** UFC "Unità Formanti Colonie": indicatore di contaminazione microbica.			



Da notare, principalmente, è il valore massimo ammesso in regime di flusso laminare. In questa condizione, infatti, si realizza una situazione in cui l'alta velocità dell'aria al centro della mandata crea un "eccesso" di pressione, evitando il mescolamento dell'aria "sporca" con quella sterile.

Oltretutto, per evitare la "contaminazione" dell'aria di una sala operatoria è preferibile creare un aumento della pressione presente nel locale chirurgico, rispetto a quella delle zone a lei adiacenti.

Infatti, a causa dell'apertura delle porte per l'ingresso e l'uscita del personale dal locale in cui sta avvenendo un intervento, agenti infettanti presenti nell'aria "esterna" potrebbero "accedere" alla sala.

Grazie a questo principio fisico, che consiste in un "gioco di pressioni", l'aria tenderà ad "uscire" dalla stanza e non ad "entrare", garantendo così la sola presenza quella preventivamente filtrata e poi immessa dalle apposite "bocchette di mandata".

Tutto il blocco operatorio, comunque, è soggetto ad un continuo e costante controllo dell'aria. Le "bocchette di ripresa" prendono l'aria interna e la portano all'esterno, mentre quelle di "mandata" immettono nel complesso aria esterna preventivamente filtrata. Il sistema non prevede il riciclo.

LIMITI DEI VALORI DI CONTAMINAZIONE MICROBICA DELLE SUPERFICI			
Superfici sala operatoria	<i>Pareti</i>	≤	0,5 UFC/cm <sup>2</sup>
	<i>Piani di Lavoro</i>	≤	0,5 UFC/cm <sup>2</sup>
** UFC "Unità Formanti Colonie": indicatore di contaminazione microbica.			

Rimanendo nei limiti prestabiliti dalle normative ed adottando tutte le misure del caso, può essere garantita l'asepsi della sala operatoria.

## ➔ I LOCALI DI SERVIZIO

I locali di servizio comprendono:

- le zone filtro;
- i depositi;
- la centrale di sterilizzazione;
- l'area di lavaggio e vestizione di chirurghi e strumentisti;
- i servizi igienici, sia per gli operatori che per i pazienti;
- la filtrazione e decontaminazione delle persone che entrano ed escono dal blocco;
- percorsi obbligati a senso unico e non, al fine di delimitare le zone sporco/pulito.

In particolare, le zone filtro sono delle aree determinanti per il mantenimento dell'igiene e per la riduzione della contaminazione esogena nella sala operatoria. Fornite di due accessi diversi, sono un luogo deposito per l'abbigliamento e per ogni materiale proveniente dall'esterno.

I locali di sterilizzazione, invece, sono zone attrezzate per la disinfezione e sono in diretta comunicazione con la sala operatoria attraverso "aperture a finestra". Al fine di garantire la decontaminazione, infatti, trattano la purificazione profonda dello strumentario e del materiale utilizzato durante l'attività operatoria.

Molteplici sono i procedimenti impiegati nella sterilizzazione dei materiali. Quelli utilizzati maggiormente trattano mezzi chimici e fisici.

Alcuni passaggi di questo importante processo riguardano le fasi di:

- lavaggio;
- disinfezione;
- sterilizzazione;
- confezionamento;

- trasporto in campo sterile;
- distribuzione, in container dedicati, alle sale operatorie.

Ognuna di queste fasi, oltretutto, deve essere annotata in un apposito registro, al fine di garantire una maggior sicurezza e controllo. In questo modo, infatti, sarà possibile sapere con precisione, ad esempio, chi ha eseguito la sterilizzazione su un determinato strumento, che metodo ha usato, a che temperatura ha impostato l'autoclave e, soprattutto, se ci sono stati dei problemi nel corso del processo.

---



## CAPITOLO 2

# OBIETTIVO SICUREZZA

### *I pericoli nelle sale operatorie*

Saper garantire determinati standard di sicurezza, al fine di diminuire i rischi, e fornire un servizio migliore, nel rispetto sia del paziente che dell'operatore sanitario, sono due importantissimi obiettivi di un'azienda ospedaliera.

Progettare nuove sale operatorie significa, oltretutto, tener conto di molti fattori, studiare attentamente tutti i possibili movimenti che possono avvenire durante un intervento ed abbassare notevolmente il livello normale di "soglia di pericolo".

Al fine di raggiungere un'elevata protezione, infatti, ogni possibile movimento ritenuto "pericoloso" viene opportunamente studiato e ridotto al minimo.

Lo scopo principale è diminuire le situazioni di pericolo cercando di aumentare il "margine di sicurezza".

Oltretutto, occorre considerare che un paziente quando è sottoposto ad anesteziazione e ad intervento chirurgico:

- perde la capacità di completa reazione agli stimoli esterni;
- non è in condizioni ottimali di salute;
- le sue difese immunitarie sono minori;
- si pone completamente nelle mani di chirurgo ed anestesista.

Per cercare di avvicinarsi il più possibile al concetto di "sicurezza integrata" è fondamentale:

- attuare corsi di formazione ed informazione per il personale utilizzatore dei macchinari e degli strumenti elettro-medicali;
- organizzare il lavoro degli operatori sanitari, e non, che hanno accesso all'attrezzatura biomedicale;
- predisporre le condizioni per un corretto utilizzo delle apparecchiature;
- effettuare una corretta manutenzione;
- affidarsi a produttori competenti, per un corretto acquisto;
- disporre di impianti e di ambienti a norma ed adeguati all'uso.

Persone ed attrezzature devono saper collaborare bene e agire all'unisono: il lavoro in sala operatoria deve essere visto come un'operazione di squadra.

---

## 2.1 I PERICOLI

I rischi, le cause e le conseguenze di un'azione sono spesso raggruppabili. In tal modo, è possibile delineare un filo conduttore che unisce vari punti, allo scopo di trovare soluzioni utili, precise ed efficaci.

### ➔ I RISCHI CHIMICI

Uno degli "obiettivi sicurezza" riguarda il bisogno di riduzione del rischio chimico. È possibile tenere sotto controllo questo tipo di pericolo mediante un continuo monitoraggio dell'ambiente e dell'aria circostante.

Per fare ciò, è necessario:

- predisporre un impianto di ripulitura e cambiamento dell'aria;
- misurare periodicamente l'efficacia di ventilatori e filtri;
- valutare costantemente la presenza di gas e vapori, oltre che di particolato disperso;
- tenere sotto controllo le differenze di pressione e di carica batterica.

Oltretutto, è indispensabile attuare una politica di:

- soddisfazione del requisito di "*protossido free*", per evitare la presenza di inquinamento da gas anestetici nelle sale;
- richiesta di "*glutaraldeide free*", a causa della sua azione irritante a carico di mucose, occhi e delle prime vie respiratorie, nonché della cute;
- attuazione del programma "*film less*" e "*paper less*", per ridurre al massimo/evitare l'approccio cartaceo, privilegiando quello informatico.

### ➔ I RISCHI MECCANICI

In base alla normativa sulla sicurezza (626 e aggiornamenti successivi), anche i rischi meccanici devono essere ridotti.

A questo proposito è rilevante:

- attuare un progetto di sicurezza e di limitazioni di utilizzo, come nel caso dei "letti mobili";
  - consentire un corretto ed anatomico posizionamento del paziente in ogni circostanza;
  - garantire un'ampia movimentazione di mezzi e macchinari, al fine di praticare spostamenti semplificati e di incrementarne la pulizia;
  - favorire l'automatizzazione di tipo controllato, ottenendo così:
-

- ↳ riduzione del numero di incidenti, grazie ai sensori laser di arresto anti-collisione dei veicoli;
- ↳ un guadagno in tempo;
- ↳ un risparmio di risorse.

## ➔ I RISCHI ERGONOMICI

Il concetto di ergonomia rientra nella cerchia dei requisiti che non solo devono essere soddisfatti da una sala operatoria, ma anche dagli strumenti elettro-medicali che vi sono contenuti.

Per avere un buon risultato chirurgico, è indispensabile fornire al medico tutte le comodità di cui ha bisogno. Occorre evitare le posizioni “scomode” e favorendo il più possibile quelle considerate migliori e più “fruttifere”.

In questo campo non è solo la “comodità” del medico ad essere valutata e migliorata: anche il paziente gode di diritti.

Per fare un esempio, un generico tavolo operatorio deve essere adeguato sia alle richieste del medico interventista che a quelle dell’operando.

Oltre alle caratteristiche tecnico-specifiche di tipo medico, infatti, un letto operatorio deve sostenere in condizioni comode ed ottimali il paziente durante tutta l’operazione.

Il concetto di ergonomia “bivalente” può essere garantito grazie:

- all’istituzione di una “*work station design*”;
- alla possibilità di personalizzazione degli apparati medici in base alle esigenze del singolo modo di operare e al tipo di intervento per cui sono destinati;
- alla riduzione al minimo dell’ingombro delle attrezzature di terra, assicurando così una maggior pulizia ed asepsi della sala;
- all’uso di sostegni per la sospensione aerea dei macchinari e alla collocazione dei cavi internamente ad essi, favorendo, ad esempio, la predisposizione di un lay-out a pensile.

## ➔ I RISCHI BIOLOGICI

Sicuramente, il rischio biologico occupa una posizione di notevole importanza dal punto di vista medico. Lo si può, forse, definire come il tipo di pericolo più comunemente considerato. L’asepsi biologica, infatti, va preservata il più possibile.

Ciò lo si può garantire:

- favorendo la sterilità dell’ambiente e degli strumenti, oltre che dei materiali, al fine di minimizzare al massimo la presenza di agenti infettanti di natura ematica e non;
  - riducendo al minimo la fonte ed il tempo di esposizione al pericolo;
-

- attuando un piano funzionale di smaltimento dei rifiuti;
- attuando scelte innovative;
- garantendo la presenza di set sterili attrezzati e rispondenti alle vigenti normative;
- utilizzando dispositivi adeguati all'uso per cui sono stati costruiti e conformi.

<b>CARATTERISTICHE</b>	
<b>DISPOSITIVI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ISO UNI 134875 → SISTEMA DI QUALITA';</li> <li>▶ ISO UNI 14971 → GESTIONE DEL RISCHIO.</li> </ul>
<b>CONTENUTO DEI SET</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ teleria e strumentari chirurgici a norma → MIUR n. 53854SYY;</li> <li>▶ garze e tessuti sterili;</li> <li>▶ coperture e camici secondo la normativa europea → EN 13795 : 2004;</li> <li>▶ camici di gorotex in tessuto tri-laminato.</li> </ul> <p>Interessante è notare che, dall'avvento dei camici in gorotex, rispetto ai rispettivi precedenti fabbricati in cotone, è stata constatata una notevole diminuzione dei quantitativi di particolato nelle sale operatorie.</p> <p>Oltretutto, questo materiale, rispetto al precedente, garantisce l'impermeabilità a virus, batteri e disinfettanti vari.</p> <p>I miglioramenti in ambito di igiene e pulizia sono visibili e testimonianza della validità delle nuove tecniche avanguardistiche.</p>

Per preservare lo stato di igiene, oltretutto, è importante attuare percorsi distinti di “sporco” e “pulito”. Il rispetto di questi “sensi unici” nei corridoi della piastra operatoria permette di avere delle vie preferenziali per la deambulazione del paziente, per il passaggio dei medici e per l’evacuazione dei rifiuti; evitandone il contatto.

## ➔ I RISCHI ELETTRICI

Per parlare correttamente di sicurezza elettrica è interessante fornirne una definizione.

“Data una popolazione di  $N$  oggetti (apparecchiature, impianti, ecc.) nominalmente identici, funzionanti in condizioni prestabilite per il tempo  $t$  ed un guasto che possa originare un evento sfavorevole (incidente) per le persone; si definisce sicurezza di uno qualunque degli  $N$  oggetti, il rapporto tra il numero  $n(t)$  degli oggetti non affetti da guasto dopo il tempo  $t$  e il numero totale degli oggetti  $N$ ”.

$$S(t) = \frac{n(t)}{N} = e^{-\lambda t}$$

Questo concetto sarà sempre racchiuso, nei termini probabilistici di riferimento, tra zero ed uno.

Partendo dal fatto che gli isolanti perfetti non esistono, è necessario individuare un livello accettabile di protezione elettrica; tenendo sempre in considerazione che non potrà mai essere assoluta.

Oltretutto, va notato che questo campo il concetto di “sicurezza universale” non esiste; bensì, fa sempre riferimento a determinate condizioni di lavoro prestabilite.

E’ interessante osservare che all’aumentare del tempo di esposizione al rischio la “sicurezza elettrica” diminuisce. Questo è in linea con il fatto che la pericolosità della corrente diminuisce all’aumentare della frequenza.

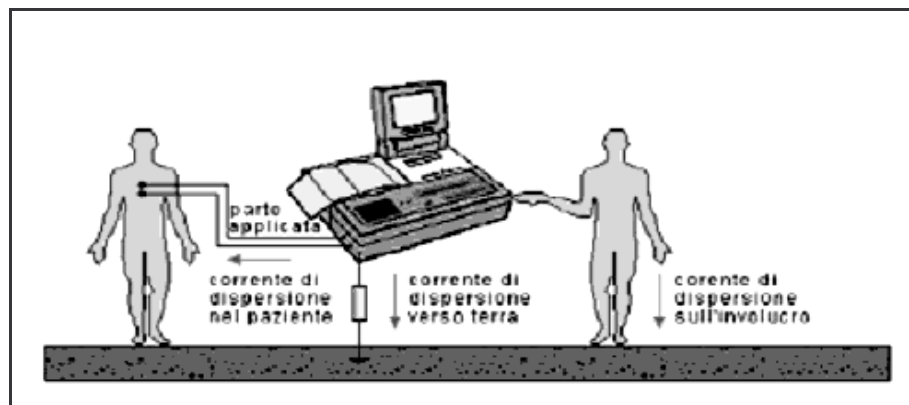
La sala operatoria deve essere controllata al massimo e non sono ammissibili valori di correnti di dispersione superiori ad una certa soglia.

I valori ammissibili delle correnti di dispersione degli apparecchi elettro-medicali, in mA, sono:

CORRENTE DI DISPERSIONE	CONDIZIONI	TIPO DI APPARECCHIO	
		B-BF	CF
Verso terra	- normali	0,50	0,50
	- di primo guasto	1,00	1,00
Sull’involucro	- normali	0,10	0,10
	- di primo guasto	0,50	0,50
Nel paziente	- normali	0,10	<b>0,01</b>
	- di primo guasto	0,50	<b>0,05</b>

Dal punto di vista elettrico, oltre alle precauzioni da parte delle ditte costruttrici dei macchinari (relativamente l'attenersi alla normativa vigente e al creare un ambiente per lo più "privo" di pericoli extra), è indispensabile cercare di ridurre al minimo le possibilità di avere tipi di contatti:

- ❑ diretti, ovvero quelli che avvengono con una parte dell'impianto normalmente in tensione accidentalmente divenuta accessibile; quale un conduttore, un morsetto o l'attacco di una lampada;
- ❑ indiretti, ovvero quelli con persone, durante un guasto di isolamento, o con una massa, ad esempio la carcassa di un motore, o con una parte conduttrice connessa con la massa.



Esemplificazione dei tipi di corrente di dispersione.

È comunque indispensabile studiare un piano di isolamento per proteggere il paziente dalle correnti di dispersione.

Un esempio è la tecnica di "messa a terra equi-potenziale" in una sala operatoria. Tutte le "terre" delle prese e le superfici conduttive, in questo modo, vengono collegate al nodo equi-potenziale relativo al posto letto; il quale, a sua volta, è allacciato a quello della sala.

## ➔ I RISCHI FISICO-INFORTUNISTICI

Sia il personale sanitario che il paziente sono affacciati ad un pericolo fisico-infortunistico durante un intervento operatorio.

Ad esempio, tali rischi possono essere limitati adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare dispersioni di tipo elettrico e/o danni causati da un utilizzo errato dei macchinari o impieghi scorretti degli strumenti.

Per questo motivo, è fondamentale richiede che gli apparecchi elettro-medicali delle sale e dei blocchi operatori siano il più possibile fissabili a parete e che vi sia un controllo attento dei pensili su cui poggiano, al fine di evitare il pericolo di distacco improvviso/accidentale.

## ➔ **RISCHI PSICOLOGICI**

Nonostante spesso non ricevano la giusta importanza, anche i fattori psicologici devono essere considerati.

L'équipe medica, durante un intervento, viene sottoposta a condizioni di stress e tensione emotiva.

Un obiettivo per la qualità è anche quello di ridurre questo tipo di problema.

Una soluzione è legata alla politica del “*semplice*”, che prevede l'utilizzazione di macchinari facili ed intuitivi, nonostante la tecnologia altamente avanzata e la specificità di azione. Di grande ausilio, sicuramente, è anche la possibilità di avere a disposizione radio, cd ed emettitori musicali per la sala operatoria, al fine di creare nel medico una condizione di “rilassamento dalle tensioni”.

## ➔ **ANALISI STATISTICA “AREE DI RISCHIO”**

La Direzione Sanitaria del “Policlinico Gemelli” ha recentemente pubblicato alcuni dati relativi un'analisi statistica sulle “aree di rischio e di intervento” delle sale operatorie. La rilevazione risale al 2004 e riporta le incidenze medie degli errori umani o non dovuti a diverse cause.

Sono stati presi in esame i tre punti cardine di un blocco operatorio, ovvero gli incidenti in corsia, quelli in sala operatoria e quelli relativi i servizi diagnostici.

I risultati ottenuti hanno messo in luce l'importante bisogno della riduzione degli stessi, al fine del miglioramento della qualità.

### ■ **CORSIA**



**28% medio di errori**

### ■ **SALA OPERATORIA**



**32% medio di errori**

### ■ **SERVIZI DIAGNOSTICI**



**40% medio di errori**

Fornendo al medico macchinari sempre più specifici sia per l'analisi approfondita che per l'univocità di lettura, si potrà sicuramente abbassare il livello riportato nell'analisi effettuata a Roma.

## 2.2 LE NECESSITÀ

Oltre ai rischi, sale e blocco operatorio, necessitano di determinati requisiti. A seguito, elenco le principali necessità da soddisfare per migliorare il servizio offerto a medico e paziente.

### ➔ ORGANIZZAZIONE

Una struttura ben organizzata è un complesso che funziona bene. A questo scopo è attuabile un progetto che possa sia delimitare un campo di responsabilità ad ogni persona, che promuovere la possibilità di intercomunicazione tra i diversi ambiti ed utenti.

Importante è, dunque:

- ❑ la divisione di ambiti e compiti;
- ❑ la creazione di più teatri operatori per attività intensive diversificate ed integrazione e coordinamento degli stessi fino ad arrivare al concetto di "suite chirurgica";
- ❑ l'incremento l'assistenza pre e post operatoria, standardizzando percorsi e procedure da seguire;
- ❑ l'utilizzo di un software di organizzazione e di controllo che sia in grado di essere "cabina regia" di tutto il sistema;
- ❑ la fattibilità di ottenere uno scambio rapido e corretto di informazioni all'interno e all'esterno la sede, garantendo la possibilità di far pervenire informazioni a più persone e contemporaneamente;
- ❑ la generazione di un sistema chiamato "web-based" per avere in "real-time" aggiornamenti clinici al sistema informativo Aziendale;
- ❑ la divisione, ad esempio, della aree operatorie in:
  - un blocco operatorio principale, dedicato alle attività di emergenza-urgenza e alla chirurgia d'elezione ad alta invasività;
  - un blocco per le attività mini-invasive e di la "day surgery", destinato essenzialmente alla chirurgia d'elezione video-laparoscopica e a quella di medio-basso livello di intensità.

### ➔ CONTROLLO E SOSTITUZIONE

Al fine di ottenere una cospicua diminuzione di "blocchi improvvisi", rotture impreviste, guasti e malfunzionamenti di un macchinario, è auspicabile attuare un piano d'azione su più livelli.



Per limitare questo tipo di danno, che in una sala operatoria si presenterebbe essere molto più pericoloso che il altre zone, è, pertanto, indispensabile:

- attuare un piano di controllo periodico sui macchinari;
  - provvedere alla sostituzione dei macchinari vecchi, che, oltre ad essere tecnologicamente superati, causano un eccessivo dispendio di denaro per la manutenzione frequente di cui necessitano;
  - fornire tutti gli strumenti di un “*bar-code*” identificativo, al fine di poterli catalogarle e tenere maggiormente sotto controllo;
  - promuovere l’utilizzo di una “*check-list*”, per programmare in modo opportuno i vari interventi di controllo sui macchinari e per abilitare un sistema di contro-verifica efficiente della qualità e dello *status* di salute effettivo;
  - favorire l’acquisto di macchinari con indicatori fisici (visivi e/o sonori) di malfunzionamento e di apertura accidentale dello strumento e con pellicole esterne di protezione.
-



## CAPITOLO 3

# OBIETTIVO AVANGUARDIA

## *Le novità del settore*

### 3.1 I SISTEMI DI ULTIMA GENERAZIONE

Oltre agli “standard di sicurezza”, le moderne sale operatorie possono contare anche sulla predisposizione di vari elementi che permettono lo svolgimento dell’attività chirurgica in un modo migliore sia dal punto di vista del *modus operandi* del medico, che da quello del risultato per il paziente.

Le sale operatorie di ultima generazione, nel dettaglio, vantano:

- dispositivi di integrazione e di controllo;
- l’uso di “*data management*”;
- un ambiente ottimale;
- un settore elettromedicale affidabile;
- un sistema di comunicazione e telemedicina avanguardistico.

### **⇒ I DISPOSITIVI DI INTEGRAZIONE E DI CONTROLLO**

Adattabilità, integrazione e controllo giocano un ruolo fondamentale nei processi dove è indispensabile la qualità del risultato.

Tutto ciò che è presente in una sala operatoria deve rispondere ad un forte bisogno di ergonomia, oltre che a specifici requisiti di sicurezza.

I locali dedicati all’esecuzione di interventi chirurgici e gli strumenti in essi allocati devono essere in grado di soddisfare le esigenze del medico e di assecondarlo in ogni suo bisogno. Questo è possibile, appunto, grazie ad appositi dispositivi di integrazione.

L’obiettivo finale della qualità è garantito, principalmente, dal rispetto rigoroso delle singole procedure d’azione, che devono essere applicate in tutte le fasi di un intervento chirurgico.

A questo scopo, sono previste determinate norme che prevedono l’installazione di sistemi per la video-registrazione in tutti i blocchi e nelle relative sale operatorie. In questo modo, infatti, sarà possibile controllare dettagliatamente l’operato del personale e verificare eventuali disattenzioni come, ad esempio, l’ingresso non

autorizzato o quello avvenuto senza l'apposito vestiario, compreso di calzature-cuffie-mascherine, che dovrebbe sempre essere correttamente indossato.

Caldamente consigliata, poi, è la presenza di telecamere volte ad effettuare riprese sullo specifico intervento a scopo di studio-ricerca.

Ovviamente, tutte le immagini acquisite e registrate sono soggette alla tutela della privacy ed i dati rinvenuti vengono archiviati e conservati per prestabiliti periodi di tempo che possono, però, variare, a seconda che si tratti di riprese chirurgiche di studio o di controllo.

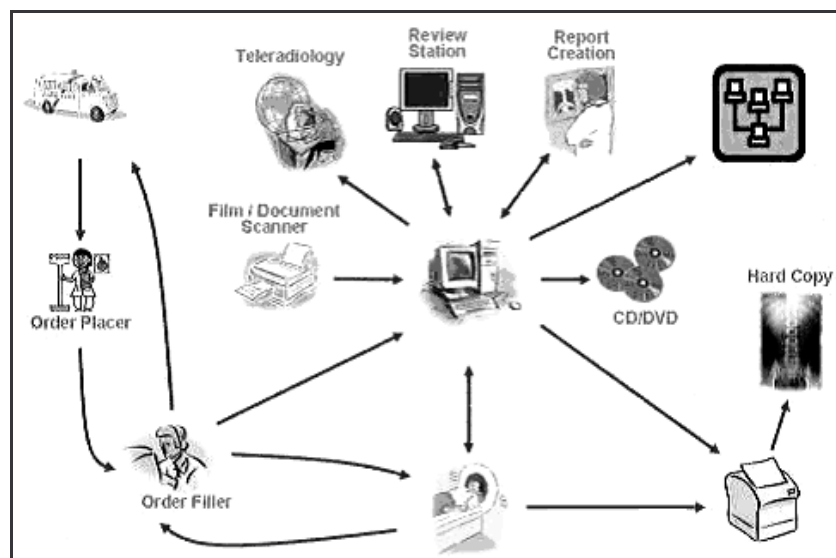
Così, nei casi di complicanze nell'intra o nel post-operatorio, sarà possibile valutare se sono state seguite tutte le norme di igiene, pulizia e controllo previste e se il medico ed il personale infermieristico hanno agito nel rispetto delle regole.

Il tutto tutela il sanitario, quando viene ingiustificatamente citato per danni, ma anche il paziente, poiché gli vengono garantiti una più corretta informazione ed un trattamento migliore.

Infatti, è normale pensare che quando una persona è posta "sotto il vigilante controllo delle telecamere" è più portata ad agire nel rispetto delle procedure, riducendo al minimo eventuali atteggiamenti di "leggerezza".

## ➔ "DATA MANAGEMENT"

Di rilevante importanza, i "data management" costituiscono la memoria centrale e di controllo dei dati acquisibili in campo ospedaliero.



Esempio di "Data Management".

Esempi notevoli di utilizzo sono:

- ❑ il SIO, o "Sistema Informativo Ospedaliero", impiegato a scopo di archivio anagrafico e storico clinico dei pazienti per una più completa e corretta reperibilità di informazioni;

- ❑ l'AIDA, o "Advanced Image and Data Archivi", programma necessario per l'acquisizione di dati provenienti da sale operatorie, quali filmati e immagini.

## ➤ IL SISTEMA DI COMUNICAZIONE E TELEMEDICINA

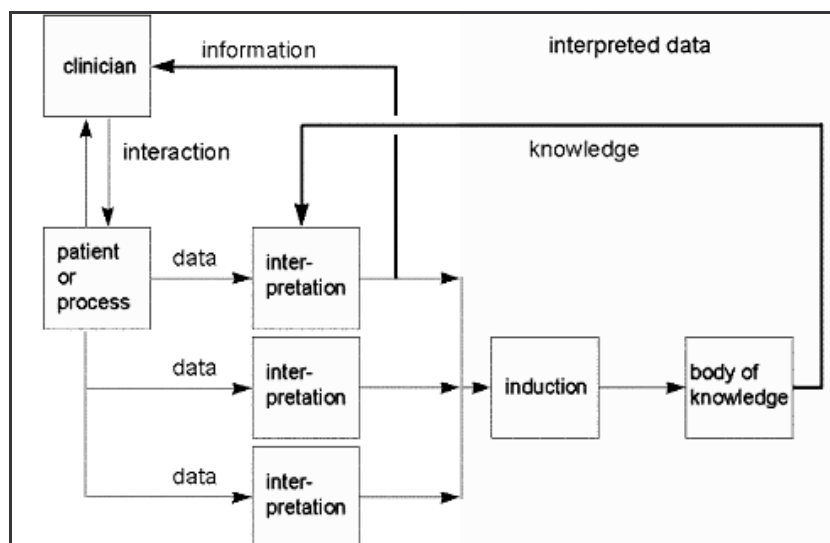
Derivati dall'applicazione alla medicina della combinazione di telematica ed informatica, i sistemi di comunicazione e di telemedicina offrono all'utenza molti servizi in più. Seppur di natura avanguardistica, già da alcuni anni la telemedicina si è affermata in ambito ospedaliero; ma, grazie alle continue scoperte tecnologiche, non può far altro che progredire.

La sala operatoria, quindi, non è più un luogo isolato; bensì un centro di scambio continuo di dati.

La possibilità di inviare video ed audio anche all'esterno del ristretto campo operatorio permettono una maggiore e migliore possibilità di analisi e collaborazione tra i vari medici, oltre che la memorizzazione di informazioni utili e rilevanti.

La presenza del microfono, ad esempio, è una nota molto positiva, dato che garantisce la possibilità di interlocuzione senza il bisogno di allontanarsi dalla sala. Alcuni elementi cardine di questo sistema sono:

- ❑ il telefono;
- ❑ lo streaming, ovvero la modalità con cui si definisce un flusso di dati audio/video che vengono trasmessi da una sorgente a una o più destinazioni, tramite una rete telematica, permettendone la visualizzazione man mano che arrivano a destinazione;
- ❑ la possibilità di videoconferenze.



Schema a blocchi di un progetto di telemedicina.

Importanti innovazioni degne di nota, in questo campo, sono:

- ❖ la tele-cardiologia, che prevede la trasmissione e la ricezione ECG in “tempo reale” attraverso un sistema informatizzato;
- ❖ la tele-radiologia, che si occupa della gestione e del trasferimento di immagini, sempre grazie ad un software.

Questo utile sistema iterativo e polifunzionale consente, oltretutto, un’ottimizzazione di costi e spazi.

È, infatti, interessante notare che, in questo modo, non vi è più la necessità di predisporre tutte le macchine diagnostico-terapeutiche all’interno delle singole sale sterili o dello specifico blocco operatorio.

L’utilizzo di questi avanzati mezzi a distanza, poi, non è utile solo nell’intra-operatorio, ma anche nel pre e nel post.

Questo poiché:

- aumentano il benessere, dato che pongono particolare attenzione alla prevenzione;
- accrescono la tranquillità del paziente, seguendolo e controllandolo ovunque e in qualunque momento lo desidera;
- migliorano la qualità della vita in tutte le fasi dello stato di salute di una persona, specie nel supporto alla cura e nella riabilitazione.

Riassumendo, la telemedicina è un importante sistema che permette:

- un risparmio di denaro, in quanto:
    - ↘ non è più necessario “sterilizzare” tutte le macchine,
    - ↘ non è più indispensabile l’uso di materiali adatti, nello specifico, alle sale operatorie;
    - ↘ è possibile far utilizzare la stessa macchina diagnostico/terapeutica e di acquisizione dati a più utenti contemporaneamente e a più sale operatorie, evitando i “doppioni” di apparecchiature.
  - un guadagno in spazio:
    - ↘ non essendo più obbligata la presenza nella sala operatoria, per la diversa collocazione al di fuori del locale di strumenti ingombranti, il medico può contare su una maggior possibilità di movimento e su un minor intralcio dovuto alle carcasse dei macchinari.
  - un miglioramento nell’igiene e nella pulizia dell’ambiente operatorio.
-

## 3.2 APPARECCHIATURE INNOVATIVE

Lo sviluppo della chirurgia endoscopica ha determinato un cambiamento sostanziale sia nel modo di operare che nelle condizioni lavorative.

Oggi, infatti, vi è la necessità di avere:

- uno strumentario particolare;
- colonne pensili per il sostegno di monitor e fonti di luce;
- risultati di qualità;
- avanzata specificità;
- mezzi a dimensioni ridotte.

Spesso gli apparecchi elettro-medicali sono costituiti da diversi moduli riuniti in un unico complesso integrato e, con la tecnologia moderna, sono in grado di collaborare proficuamente con il chirurgo.

Queste continue evoluzioni del mondo scientifico ne hanno suggerite molte anche in quello medico.

L'obiettivo di oggi, infatti, è quello migliorare e di rendere le sale operatorie sempre più adattabili alle diverse esigenze dovute al tipo di specialità chirurgica.

### 3.2.1 IL TAVOLO OPERATORIO

Il tavolo operatorio è un elemento molto importante della sala operatoria.

È costituito da una colonna di base e da un piano mobile che può essere svincolato e trasportato da un carrello. Il letto operatorio, qualora sia predisposto di barriere laterali protettive removibili, può essere utilizzato anche per lo spostamento del paziente dalla zona filtro alla sala operatoria, passando per il locale dedito alla "preparazione". Il piano operatorio è formato da vari segmenti che, con un movimento di snodo dell'uno rispetto all'altro, permettono di flettere o estendere i vari segmenti del corpo; consentendo, così, al chirurgo di operare con una migliore esposizione del campo operatorio.



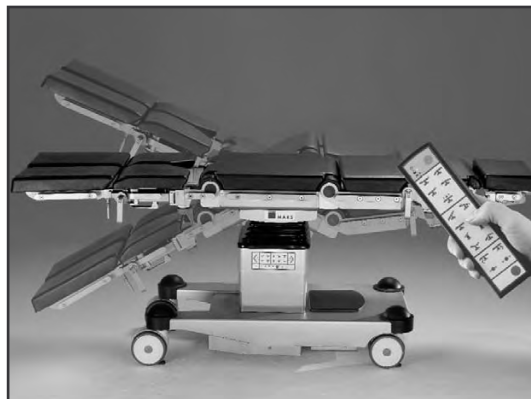
I design moderni ed attualmente disponibili in commercio seguono un concetto modulare e permettono agli operatori di configurare il piano operatorio nel modo più ottimale possibile per le diverse specialità.

Molti sono gli opzionali che si possono applicare ad un letto operatorio e tante sono le posizioni che può assumere. Il piano mobile, infatti, può essere corredato di

determinati accessori che permettono l'esecuzione di particolari interventi di chirurgia specialistica; quali maxillo-facciale, ortopedica, ginecologica, toracica e neuro-chirurgica.

La stabilità e l'isolamento elettrico del paziente durante l'intervento chirurgico vengono garantiti tramite l'uso di una "piastra piana", nel caso della colonna di base fissa al pavimento, o di quattro "piedini", qualora la base sia mobile.

La sezione schiena e quella gambe sono comandate da motori elettromeccanici di ultima generazione e i comandi di regolazione sono posti distanti dal tavolo, in genere su touch-screen o su telecomando, in modo da consentire il cambio di posizione del paziente anche durante l'esecuzione dell'intervento, senza rischio di contaminazione del campo.



Un buon tavolo deve avere buoni campi di regolazione. Una valutazione la si può fare in base alle caratteristiche tecniche, tenendo conto dei bisogni sia del medico che del paziente.

Dal punto di vista del medico, per garantire l'ergonomia è importante valutare il range di variazione in altezza della colonna.

Nel caso di interventi specifici, oltretutto, si possono trovare in commercio soluzioni particolari che prevedono un abbassamento ulteriore della stessa.

Dal punto di vista del paziente, invece, un letto operatorio deve garantire una certa comodità, una posizione corretta e deve portelo sostenere, anche nei casi, sempre più frequenti, di obesità.

Grazie ad una serie di equipaggiamenti alternativi, è possibile aggiungere diversi gradi di specializzazione ad un tavolo operatorio, al fine di consentire la più completa adattabilità.

Una nota importante è, poi, il bisogno di universalità delle colonne di base, per garantire la versatilità e l'interscambiabilità di tutti i tavoli delle varie sale, a seconda dell'effettiva necessità e disponibilità.

L'ultima frontiera della tecnologia, oltretutto, fornisce la possibilità di scegliere se comandare il movimento del letto tramite un telecomando a raggi infrarossi o uno a cavo e pedaliera. In ogni caso, il letto è fornito di una pulsantiera di comando già integrata nella colonna.

Altro punto fondamentale, come precedentemente accennato, è la possibilità di regolazione ed inclinazione delle singole parti del modulo costituente il letto operatorio.

Generalmente, la sistemazione del piano gambe e dello schienale avvengono in maniera elettro-motorizzata.



Nel dettaglio, un buon tavolo operatorio mobile moderno è in grado di sopportare intorno ai 160-180 kg di massa e, nelle versioni specifiche per pazienti in soprappeso, si può arrivare a garantire una portata addirittura di 360 kg.

La regolazione del tavolo è preferibile di tipo elettromeccanico e con la possibilità di funzionamento a batterie ricaricabili a rete.

Come base, il piano operatorio deve essere costituito da una sezione “pelvica” e da una denominata “schiena inferiore”.

Un piano deve essere versatile, per essere adattato alle diverse discipline chirurgiche, ed ampliabile con moduli aggiuntivi.

Il telaio del piano operatorio deve essere in acciaio inossidabile, resistente ai disinfettanti e facile da pulire. La stessa richiesta vale anche per il rivestimento della colonna, per i punti di innesto, per le guide standard e per il telaio del carrello trasportatore.

Dal punto di vista del materiale, il piano chirurgico deve essere completamente radio-trasparente e privo di qualsiasi collegamento trasversale in metallo.

Il materassino è preferibile sia asportabile ed in schiuma integrale “*latex-free*”, elettro-conduttivo, morbido e, possibilmente, con iniezioni di gel antidecubito.

## **POSIZIONAMENTI DEI TAVOLI OPERATORI MODERNI**

Molti sono i possibili tipi di intervento realizzabili con uno stesso tavolo operatorio, basta cambiarne la conformazione base ed, eventualmente, aggiungere qualche pezzo accessorio.

Alcune disposizioni fattibili sono quelle riportate qui sotto in figura.



Chirurgia  
addomino-sacrale



Operazione  
mini-invasiva



Intervento alla  
tiroide



Posizionamento  
laterale per  
l'esecuzione di una  
toracica

## PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DI UN TAVOLO OPERATORIO TIPO

PIASTRA	INSTALLAZIONE PER COLONNA FISSA A PAVIMENTO
Altezza di montaggio in mm:	60
Diametro in mm:	515
Peso in kg:	52
COLONNE DEL TAVOLO OPERATORIO	MOBILE A PAVIMENTO
Tipo di azionamento:	elettromeccanico
Altezza colonna in mm:	510-1060
Altezza di minima inclinazione del piano, senza cuscini, in mm:	616
Regolazione in altezza, in mm:	550
Altezza della base, in mm:	25
Sezione, in mm:	372 x 314
Trendelenburg/Antitrendelenburg:	$\pm 45^\circ$ - elettromeccanico
Inclinazione laterale:	$\pm 30^\circ$ - elettromeccanico
Peso massimo del paziente, in kg:	360
Alimentazione:	230 V
Funzionamento, in fase di intervento:	alimentazione a batteria ricaricabile

### ► LA NUOVA ERA DEI TAVOLI OPERATORI: ► I PIANI TRASFERIBILI INTEGRATI

Oggi vi è un nuovo riferimento tecnologico, nell'ambito dei tavoli operatori, che punta principalmente alla creazione di sistemi a piani trasferibili integrati.

Una nuova concezione di analisi e controllo ha dato vita ad un sistema che permette di ottimizzare il lavoro in sala, abbassando ulteriormente i limiti.

Questo grazie anche al fatto che i comandi del tavolo operatorio sono totalmente programmabili dall'operatore, garantendo la possibilità di:



- memorizzare funzioni e posizioni;
- visualizzare lo stato del tavolo;
- avere pulsanti retro-illuminati sempre ben visibili.

I tavoli di oggi cercano di far sì che la sala operatoria si integri in un solo prodotto e si gestisca in modo ottimale con pochi comandi.

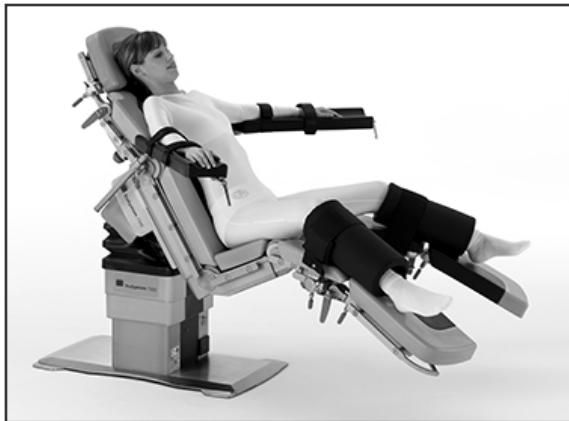
I telecomandi vantano un design intuitivo e immediato e racchiudono in sé tutte le funzioni di disposizione e controllo del tavolo operatorio. La funzione di retro-illuminazione rende i comandi ben visibili anche nelle sedute di chirurgia endoscopica.

Le disponibilità di ampi display a colori touch-screen permettono la programmabilità, informano l'operatore in tempo reale sullo stato del sistema, indicando i gradi di inclinazione effettuati, i movimenti in corso e le posizioni raggiunte. La chirurgia moderna, in particolare la mini-invasiva, ha necessità sempre crescenti in termini di posizionamento del paziente.

L'alimentatore e la luce endoscopica a LED sono integrati nella colonna, sia mobile che fissa, che può essere ruotata addirittura di 360°.

La base fissa della colonna del tavolo operatorio è ultrapiatta, consentendo la massima libertà di movimento al chirurgo.

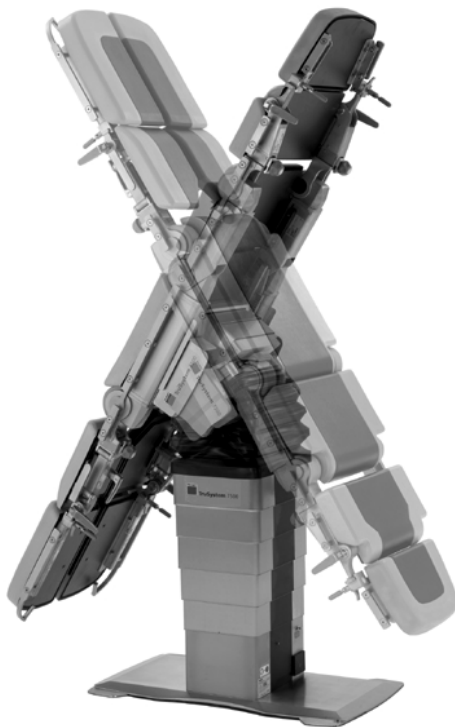
I nuovi piani operatori possono offrire fino a otto motorizzazioni, abbandonando l'uso dei vecchi e scomodi snodi manuali. Per di più, lo "0" automatico del sistema viene realizzato su tutti i motori in contemporanea, evitando al paziente scomode posizioni intermedie.



I segmenti radio-trasparenti in fibra di carbonio, trovano applicazione in tutte le discipline, vista la qualità delle prestazioni: dalla chirurgia alla ortopedia, fino alla chirurgia vascolare e neurochirurgia.

Oggi c'è la possibilità di avere un connubio medico-paziente, al fine di contribuire ad un miglioramento del risultato operatorio: la sfida è rispettare il patto sia con l'uno che con l'altro.

## **POSIZIONAMENTO ESTREMO DEI TAVOLI OPERATORI MODERNI**

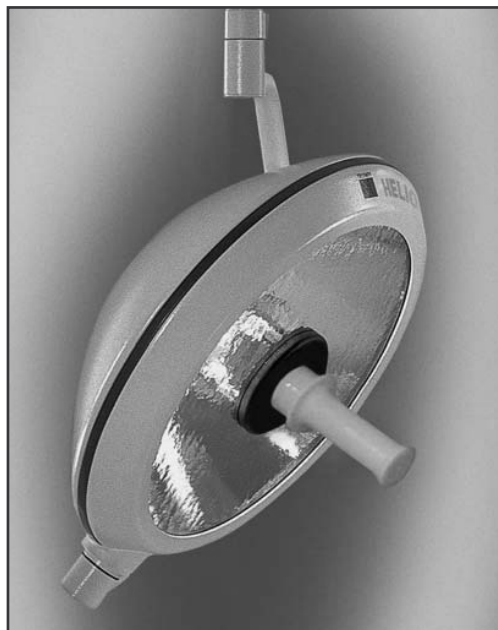


Un'esemplificazione delle estreme condizioni di lavoro possibili grazie ai nuovi piani operatori presenti nel mercato è ben visibile nelle fasi di trendelenburg e di antitrendelenburg riportate in questa immagine.

## **PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECHICHE DI UN TAVOLO OPERATORIO A PIANI TRASFERIBILI TIPO**

<b>TAVOLO OPERATORIO A PIANI TRASFERIBILI</b>	
<b>Trendelenburg/Antitrendelenburg:</b>	<b>±65°</b>
<b>Posizionamento in tilt laterale:</b>	<b>30°</b>
<b>Altezza minima, in mm:</b>	<b>590</b>
<b>Possibilità di traslazione, in mm:</b>	<b>350</b>
<b>Escursione in altezza, in mm:</b>	<b>550</b>

### 3.2.2 LE LAMPADE SCIALITICHE



L'illuminazione del campo operatorio si attua per mezzo di lampade orientabili, sospese al centro della sala operatoria, dette scialitiche. La peculiarità di queste "luci" è quella di minimizzare la formazione di ombre nel campo operatorio.

Sono costituite da sorgenti luminose, specchi e prismi che convergono la luce sull'area di lavoro, consentendo al chirurgo il mantenimento della percezione della profondità di campo. Effettuando una valutazione alla distanza di un metro dall'area di lavoro, sono attualmente disponibili range di intensità luminosa fornita pari a 150-160 kLux.

Ovviamente, a 160000 Lux le prestazioni sono sicuramente molto alte.

Le ombre vengono corrette, grazie ad una completa illuminazione sia in superficie che in profondità. Una valutazione di luce residua con tubo o con disco oscuro senza tubo porta addirittura valori pari al 98-100%. La luminosità delle lampade attuali è nitida ed omogenea e i manopoli centrali delle lampade sono sterilizzabili e permettono la possibilità della regolazione di posizionamento in modo ergonomico.

L'obiettivo principale delle lampade scialitiche è quello di essere pratiche ed innovative, sia sotto il profilo della tecnologia che di quello dell'ergonomia.

Speciali sistemi di illuminazione incorporano un proiettore multi-parabolico avanzato a circa 3-4000 faccette.

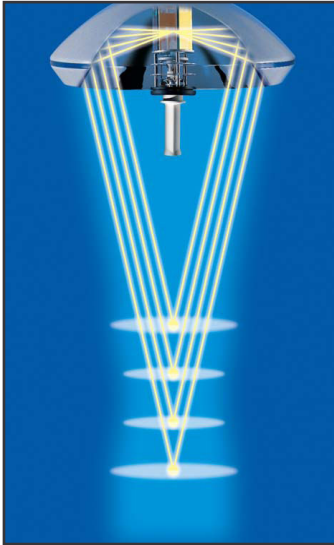
Indipendentemente dall'applicazione o dalle condizioni, la lampada scialitica deve essere in grado di garantire una visione ottimale, una temperatura costante e una riproduzione eccellente del colore, oltre che funzionalità intelligenti di attenuazione, basate sulla fisiologia dell'occhio umano.

La tecnologia moderna garantisce guasti minimi ed investimenti di lunga durata. Il ciclo vitale, mediamente, si aggira intorno alle 5-10000 ore.

Generalmente, per ogni sala operatoria sono previste almeno due lampade scialitiche a pensile, nel caso di interventi invasivi; una sola o a parete, o a soffitto, o su piantana mobile, nel caso delle operazioni di tipo ambulatoriale.

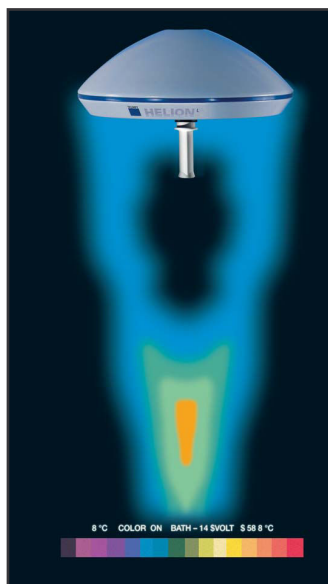
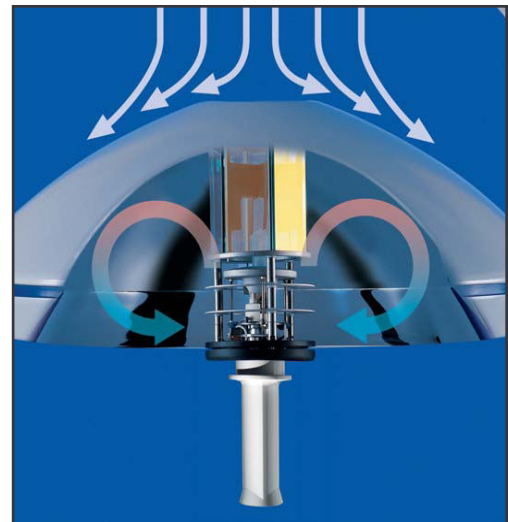
Oltre a queste dotazioni di base, in sala, vi è un'eventuale lampada alogena ausiliaria, da usarsi nel caso di avaria all'impianto luminoso scialitico.

## PARTICOLARITÀ DELLE LAMPADIE SCIALITICHE MODERNE



Formazione di una colonna multi-focale, per la presenza dei riflettori parabolici in alluminio. In questo modo si garantisce la messa a fuoco automatica della luce sia in superficie che in profondità.

Forma aerodinamica, flusso-dinamica e termica intelligente su supporto verniciato per garantirne l'igiene ed evitare le turbolenze interne. Con la sua forma chiusa e piatta, la scialitica è perfettamente adatta per essere utilizzata sotto soffitti con flusso laminare, poiché il flusso dell'aria viene interrotto solo minimamente.



Temperature di lavoro corrette per favorire il lavoro del chirurgo ed evitare la disidratazione della ferita. La luce è fredda e lo sviluppo di calore sotto il corpo della lampada è limitato, grazie ai filtri per raggi infrarossi che le case costruttrici sono solite usare.

Mediamente, nella zona della testa del chirurgo l'aria si riscalda solo di 2°C; mentre nella zona della ferita, al massimo, l'innalzamento può essere pari a 10°C.

I sistemi montati a parete sono in grado di interagire con le scialtiche, permettendo anche un controllo ed un azionamento a distanza.



Per minimizzare i guasti, in genere, dentro una lampada vi sono due bulbi: uno per l'utilizzo, l'altro per riserva.

La garanzia di igiene viene fornita dalla creazione di lampade ricoperte da superfici piane trattate e verniciate a polveri che ne garantiscono l'impermeabilità e l'efficacia della pulitura.





## PRINCIPALI CARATTERISTICHE TENICHE DI UNA LAMPADA SCIALITICA TIPO

<b>INTENSITÀ MASSIMA DI ILLUMINAZIONE AD 1M DALL'AREA DI LAVORO, IN LUX:</b>	160000
<b>DIAMETRO DEL CAMPO LUMINOSO, IN MM:</b>	155-270
<b>TEMPERATURA DEL COLORE, IN K:</b>	4200
<b>INDICE RESA DEL COLORE:</b>	93
<hr/>	
<b>LUNGHEZZA DELLA ZONA FOCLE DI LAVORO CON LAMPADA CILINDRICA OMOGENEA, IN MM:</b>	700
<b>REGOLAZIONE DELL'INTENSITÀ DI CALORE "ASIMMETRICA", BASATA SULLA FISILOGIA DELL'OCCHIO UMANO, IN KLUX:</b>	80-160
<hr/>	
<b>COMPONENTI DI CONTROLLO:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Manipolo centrale sterilizzabile, per la regolazione del campo luminoso;</li> <li>▶ pannello dei pulsanti di impostazione sulla sospensione cardanica.</li> </ul>



## ▶ LA NUOVA ERA DELLE LAMPAD E SCIALITICHE: ▶ I LED



I diodi ad emissione di luce ad alta efficienza vengono diffusamente utilizzati nei settori industriali. Per questo, per la prima volta al mondo alcune ditte hanno deciso di provare l'utilizzo di LED ad elevate prestazioni nelle lampade scialitiche di "alta fascia".

Questa tecnologia di nuovissima generazione consente di regolare con facilità la temperatura del colore della lampada.

Così facendo, è possibile selezionare l'intensità di luce più adatta al campo operatorio secondo le esigenze specifiche, migliorando di molto le condizioni di lavoro per il chirurgo.

La tecnologia a diodi "*Light Emitting Diodes*" o, più comunemente, a LEDs è basata su una giunzione a semiconduttore che converte direttamente la corrente elettrica in luce.

La lampada consiste in tre o cinque segmenti esagonali, posizionati l'uno accanto all'altro, realizzati con una molteplicità di singole lenti convergenti.

Ciascun LED ha una propria lente di convergenza e, di conseguenza, ciascuno genera un proprio campo di luce. Il tutto per un totale di più di 180 campi di luce individuali che, combinandosi, realizzano una luce omogenea e priva di ombre.

Molti sono i vantaggi tecnici proposti dalla tecnologia a "Led", rispetto a quella a bulbi tradizionali alogeni o a scarica di gas.

Di rilevante importanza sono:

- assenza di emissione di calore;
- bassi consumi;
- possibilità di regolazione della temperatura del colore;
- basso impatto ai flussi laminari;
- lunga durata del ciclo di vita delle fonti luminose.

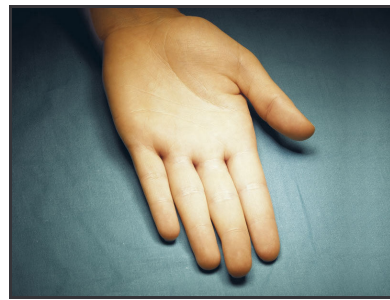
Grazie al continuo progredire della tecnologia, oggi è possibile effettuare la regolazione dell'intensità luminosa da circa il 30 al 100% del totale.

La temperatura del colore può essere regolata in un range che varia tra i 3500 e i 5000K, con un decisivo aumento e relativo vantaggio per il contrasto degli



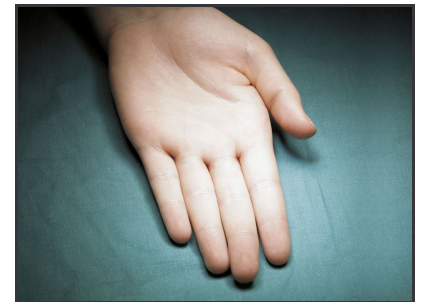
elementi cromatici nel campo operatorio.

Studi recenti provano che la temperatura colore influenza la capacità di concentrazione. Nei mesi invernali o durante un intervento chirurgico nel pieno della notte, un aumento della componente blu aumenta la capacità di concentrazione del chirurgo. Stando a ciò, è dunque preferibile che la luce emessa dalle lampade sia fredda.



a 3500K

illuminazione

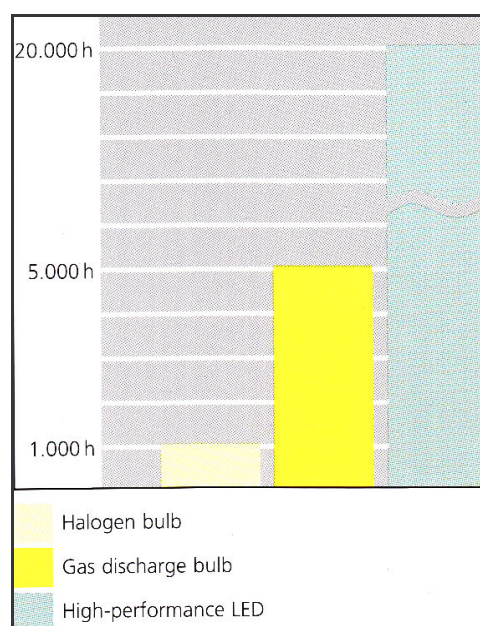


illuminazione a 5000K

La matrice a lenti multiple permette una migliore illuminazione, distribuendo la quantità di luce emessa dai diodi in un modo il più uniforme possibile. Durante un intervento, infatti, l'intero campo operatorio deve essere ben visibile e, quindi, una emissione di luce nitida ed omogenea sopra il campo è fondamentale.

Dal punto di vista della durata, le lampade a tecnologia LED vantano un ciclo di vita lungo circa 20000h, contro le 5-10000h della normale scialitica.

## GRAFICO COMPARATIVO DEL "LYFE-CYCLE" DI LAMPADIE ALOGENE, A GAS DI SCARICO E A LED

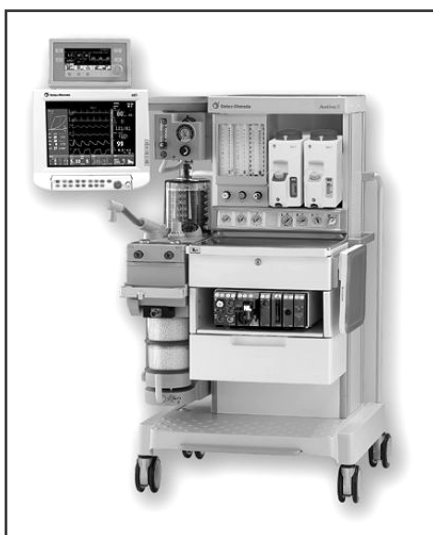


## PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DI UNA LAMPADA SCIALITICA LED TIPO

Intensità massima di illuminazione ad 1m dall'area di lavoro, in Lux:	160000
Diametro del campo luminoso, in mm:	220-300
Temperatura colore, in K:	3000-5000
Indice resa colore:	95
Aumento della temperatura nella zona testa del chirurgo:	< 1°C
Range di variazione luminosità percentuale:	10-100
"Life-cycle" garantito, in ore:	> 20000
Componenti di controllo:	Manipoli sterili

### 3.2.3 L'APPARECCHIO PER ANESTESIA: MONITORAGGIO E RIANIMAZIONE

L'anestesia è stata introdotta nella chirurgia con lo scopo di abolire la sensibilità dolorifica e sopprimere la coscienza locale del paziente.



Le nuove work-stations per anestesia richiedono le più avanzate tecnologie per:

- la ventilazione;
- il monitoraggio completo e continuo dei vari parametri vitali ed operatori;
- l'automatizzazione e gestione del flusso lavorativo ed informativo.

Questo perché occorre garantire un giusto livello di anestetico, senza dimenticare il controllo dei valori del paziente e la sua sicurezza.

Durante l'anestesia generale, infatti, vengono inibiti i processi di elaborazione a livello del cervello e gli impulsi nervosi che trasmettono il dolore e la percezione del mondo esterno.

In questo modo, ad eccezione delle attività strettamente vitali, l'anestesia blocca tutte le funzioni cerebrali. Il paziente diviene insensibile alle stimolazioni dolorose e totalmente incosciente.

La fase di anestesia è un processo chiave per la maggior parte degli ospedali. In considerazione del suo ruolo fondamentale; pertanto, si sta gradualmente abbandonando l'approccio tradizionale, favorendo una nuova filosofia basata su una crescente integrazione ed ottimizzazione del processo.

Oggi, infatti, un macchinario per l'anestesia deve saper effettuare e valutare il "livello di coscienza" del paziente.

Ciò è garantito grazie alle moderne apparecchiature che permettono la rilevazione e l'analisi delle attività cerebrali che, attraverso l'applicazione di elettrodi in plastica a livello della fronte dell'anestetizzato, captano le onde complesse prodotte dal cervello e le trasmettono ad un computer.

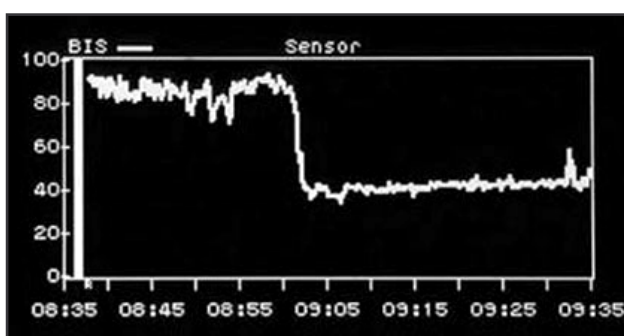
I risultati osservabili al computer sono:

- oscillazioni rapide dell'onda quando il paziente è sveglio;
- oscillazioni più lente quando il degente si addormenta;
- nessun picco durante il sonno profondo.

L'apparecchio connesso all'elettrodo di valutazione calcola lo *status* del paziente e lo esprime a video con valori compresi tra la frequenza 0 e la 100 BIS (*Bi Spectral Index*).

Nel dettaglio, lo zero corrisponde all'assenza di attività cerebrale, mentre il 100 si riferisce ad una condizione di normalità, ovvero il paziente è sveglio, vigile e cosciente. In altre parole: più il malato dorme, più il BIS diminuisce.

Con la rilevazione dei dati così ottenuti, programmi appositi sono in grado di valutare quale livello di anestesia occorra raggiungere. Nel caso di una buona anestesia generale, il monitor dovrà indicare valori intorno ai 40-60 BIS. Quindi, il computer ordinerà alle siringhe elettriche se aumentare o diminuire il flusso di anestetico immesso nel paziente.



Esiste una classificazione, riconosciuta internazionalmente, che permette di catalogare i pazienti in funzione della presenza o meno di alterazioni organiche o funzionali dell'organismo al momento del trattamento chirurgico ed anestesiológico. Questa distinzione prevede la divisione in cinque diverse classi di categorie che definiscono i livelli crescenti di rischio, a partire dalla classe "I" fino a quella più critica denominata "V". A livello statistico, la maggior parte dei pazienti si colloca nelle prime due classi di rischio.

Un macchinario per l'anestesia generale permette la realizzazione di tre fondamentali condizioni:

- l'analgesia, *status* in cui il paziente non si avverte dolore;
- l'amnesia, momento nel quale non si ricorda nulla;
- la paralisi muscolare, fase in cui i muscoli divengono privi di tono e, quindi, vengono "rilasciati".

L'anestesia viene attuata, indotta e controllata in tre diverse parti suddivise in:

- pre-operatoria, che corrisponde al momento in cui viene indotta la prima dose di anestesia, viene fornito l'antibiotico di profilassi e dove si attuano i controlli iniziali, al fine della preparazione completa ed ottimale del paziente all'intervento;
- intra-operatoria, ovvero lo stadio in cui i farmaci anestetici vengono somministrati e si rende operativo l'impianto di monitoraggio specifico;
- post-operatoria, considerata indispensabile in ogni tipo di chirurgia, che combacia con il periodo adibito al risveglio del paziente e al recupero delle sue autonome funzioni vitali, tenute sempre opportunamente sotto controllo.

Sia nel pre, che nell'intra e nel post operatorio, saranno controllati continuamente i seguenti parametri:

- pressione del sangue;
- elettrocardiogramma;
- frequenza del cuore;
- ossigenazione del sangue;
- temperatura corporea;
- quantità di anestetici somministrati;
- anidride carbonica eliminata;
- quantità di urine prodotte;
- respirazione;
- profondità dell'anestesia.

In particolari condizioni cliniche e per particolari interventi chirurgici (cuore, trapianti, neurochirurgia, ecc.) potrebbero essere utilizzate ulteriori metodiche per controllare altri parametri specifici.

Ad oggi, la concezione di apparecchio per anestesia comprende la certezza di avere a disposizione un sistema di ventilazione di elevato livello, munito di innovative funzioni di gestione della terapia e di un valido supporto decisionale, senza trascurare il bisogno continuo di monitoraggio e gestione delle informazioni.

Il risultato delle ricerche contribuisce alla realizzazione di nuove work-stations che ridefiniscono il concetto di anestesia pronta ad ogni esigenza ed in grado di aiutare ed ottimizzare i processi chirurgico-ospedalieri.

Nel dettaglio, infatti, nel corso delle diverse procedure chirurgiche i pazienti vengono monitorati in vari modi.

Secondo le diverse circostanze, un macchinario per anestesia deve essere in grado di mettere a disposizione dell'anestesista:

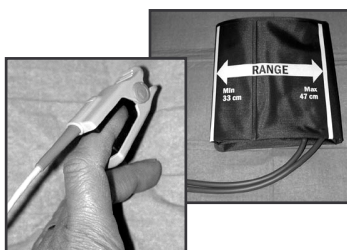


- ❑ misurazioni di tipo NIBP, corrispondente alla misura non invasiva della pressione del sangue, in modo manuale o automatico;
- ❑ rilevamenti invasivi della pressione del sangue, mediante l'applicazione di un catetere nell'arteria radiale;
- ❑ tracciati elettrocardiografici che permettono l'analisi e la valutazione:
  - del ritmo cardiaco;
  - di eventuali segni di ischemia;
  - del tratto ST, tratto che riveste una notevole importanza ai fini dell'interpretazione dell'ECG perché esprime lo stato delle coronarie e dell'ossigenazione del miocardio, intesa come flusso ematico.
- ❑ software per l'analisi delle aritmie;
- ❑ risultati della misurazione con pulsossimetro, effettuata in modo non invasivo, relativa ai livelli di ossigeno nel sangue;
- ❑ un monitor che evidenzia la composizione dell'aria, per poter osservare i livelli di CO<sub>2</sub> (capnografia), la presenza di ossido nitroso, le concentrazioni di agenti anestetici volatili, ecc.
- ❑ un monitor riportante i dati relativi alla pressione dell'aria;
- ❑ i valori, tramite spirometria, del flusso delle vie aeree;
- ❑ un allarme, per avvisare in caso di disconnessione del tubo dell'aria;
- ❑ uno stimolatore nervoso, per il monitoraggio della paralisi muscolare;
- ❑ un urometro;
- ❑ un misuratore della temperatura corporea;
- ❑ la possibilità di effettuare monitoraggi speciali in ambito:
  - cardiaco, relativamente alla valutazione e l'analisi dei dati relativi alla pressione arteriosa polmonare, l'output cardiaco e l'ecocardiografia transesofagea;
  - neurologico, in merito alla pressione intra-cranica, l'elettroencefalografia EEG e gli "Evoked Potentials".

Oltre al monitoraggio con gli appositi strumenti, gli anestesisti controllano la respirazione del paziente, osservando possibili segni di cambiamento, controllando l'aspetto del paziente, etc.

Per questi motivi, un anestesista deve poter contare anche su vari strumenti che lo aiutano nella rilevazione dei dati di cui ha bisogno sapere la natura e l'entità.

Ad esempio, tramite una maschera facciale posta su naso e bocca, l'anestesista può favorire un aumento dell'ossigeno al paziente nel momento in cui si addormenta.



Con l'ausilio di un pulsossimetro, sensore che viene applicato all'estremità distale di un dito, invece, può controllare in modo continuo l'ossigenazione del sangue, mentre, con il bracciale, può valutare la pressione arteriosa.

Oltre a ciò, anche il controllo della temperatura corporea è un fattore importante da tener ben presente per l'ottimizzazione dell'anestesia durante un intervento chirurgico.

In corso di anestesia, infatti, vengono usate delle sonde termometriche comunemente posizionate a livello della faringe o dell'esofago. Queste sonde consentono un costante controllo della variazione termica dell'operato, tramite la visualizzazione dei dati rilevati su un monitor cui sono collegate.



Con una sacca di raccolta della diuresi, inoltre, è possibile controllare la produzione di urine durante una procedura chirurgica, previo posizionamento di un catetere nella vescica. In generale, però, il controllo della diuresi intra-operatoria è utilizzato solo in particolari tipi di interventi e non di routine.

Comunemente, nei cassette dell'apparecchio di anestesia sono contenuti:

- maschere facciali di varie misure;
- varie misure di laringoscopi;
- sistema di ventilazione di emergenza;
- vie aeree di varie misure (abbassalingua);
- mandrini per intubazione;
- maschera laringea.



L'attuale rapidità dello sviluppo tecnologico abbrevia il ciclo di vita di molti prodotti. La possibilità di fare una spesa lungimirante che guarda al domani e che assicura il massimo della professionalità e della funzionalità, senza dover sostituire il proprio macchinario, è un grosso vantaggio.

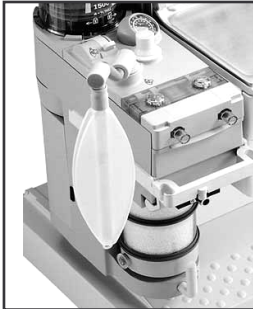
Pianificare per il futuro significa garantire sicurezza ed efficienza a lungo. L'acquisto di sistemi ad "architettura aperta" è un buon inizio, perché, grazie a questa caratteristica, si garantisce la possibilità di effettuare tranquillamente diversi *up-grade* del software di sistema ed eventuali implementazioni di elementi costitutivi accessori già presenti nel mercato o del futuro.

I controlli di *routine* sui macchinari, con i nuovi sistemi, possono essere effettuati con la semplice "pressione" di un tasto. Ciò permette l'effettuazione di un veloce esame quotidiano sullo strumento e, in caso di guasto, una individuazione precisa del tipo di problema e la relativa procedura da seguire per la sua risoluzione. In questo modo, oltre a ridurre gli interventi del "servizio-assistenza", si può contare su una conseguente diminuzione dei costi e dei tempi di inattività del sistema. Oltretutto, grazie a dei congegni integrati, le nuove tecnologie hanno funzionalità che permettono di accedere, con semplicità, ai dati del paziente direttamente dal posto letto, facilitando la visione della sua cartella clinica aggiornata.

I macchinari, che tipicamente assorbono circa 200 W, mediamente hanno un flusso dei gas freschi che si aggira intorno ai 0.5-18 L/min.

## PARTICOLARITÀ DEI SISTEMI DI EROGAZIONE DEI GAS ANESTETICI

Un macchinario d'anestesia è formato da vari componenti. Ognuno di essi gioca un ruolo importante.



La parte fondamentale di un apparecchio di anestesia è la testata di ventilazione, in quanto garantisce la respirazione, l'ossigenazione e l'eliminazione dell'anidride carbonica durante anestesia generale.

Il sistema per aspirazione, invece, permette di creare "vuoto in aspirazione graduabile". Ciò è necessario se si vuole aspirare in modo continuo o non qualunque materiale. Il sistema è collegato ad un contenitore dedicato alla raccolta della materia aspirata.



I contenitori dei gas anestetici trasformano un anestetico allo stato liquido in uno allo stato gassoso e, all'occorrenza, permettono di poter variare finemente la concentrazione di gas da erogare.

Il monitor integrato con l'apparecchio di anestesia è uno schermo su cui sono riportati, in modo continuo, i valori e le tracce dei parametri vitali del paziente; così che questi siano sempre tenuti sotto controllo dall'anestesista. I dati più importanti da considerare sono la pressione, l'ossigenazione, l'elettrocardiogramma e la frequenza del cuore.



In questo schermo di controllo, ad esempio, è possibile valutare un tracciato elettrocardiografico, che corrisponde ad una rappresentazione grafica e sonora per il controllo dell'attività elettrica del cuore e della frequenza cardiaca durante anestesia.

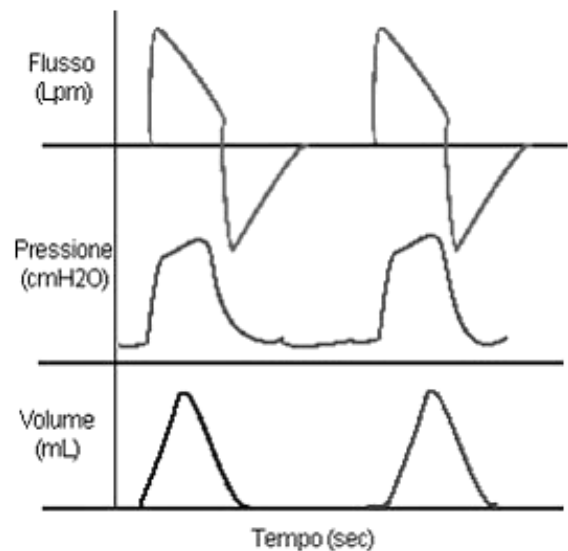




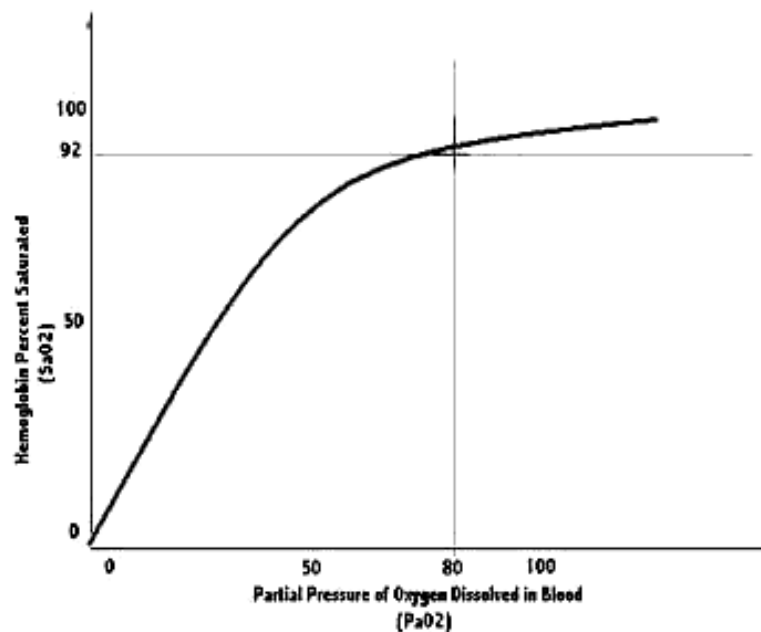
I monitor d'anestesia, invece, sono schermi specifici che permettono di impostare e regolare i parametri della ventilazione durante anestesia generale. Ciò consente all'anestesista di tenere sotto controllo e modificare il modo con cui l'apparecchio di anestesia garantisce l'ossigenazione e l'eliminazione della anidride carbonica dai polmoni.

Alcune delle curve relative al monitoraggio controllato, ad esempio, fanno riferimento alla respirazione e ventilazione artificiale e ne valutano:

- il flusso in Lpm;
- la pressione in cmH<sub>2</sub>O;
- il volume in mL.



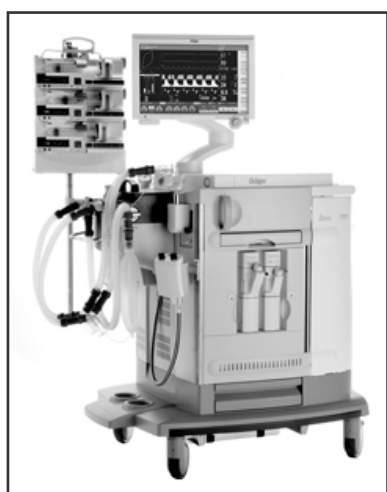
La curva di dissociazione dell'emoglobina dimostra la relazione che c'è tra la quantità di ossigeno disciolto nel sangue (pressione parziale) e la percentuale di emoglobina saturata di ossigeno (SaO<sub>2</sub>).



Misurando con la pulsiossimetria la saturazione in ossigeno dell'emoglobina, infatti, è possibile stimare, indirettamente, la quantità di ossigeno presente nel sangue (PaO<sub>2</sub>).

SATURAZIONE		PaO <sub>2</sub>		STATUS
97 %	→	97	→	Normale
90 %	→	60	→	Pericolo
80 %	→	45	→	Ipossiemia Grave  ** Importante riduzione del contenuto di ossigeno del sangue arterioso.

► **LA NUOVA ERA DELLE MACCHINE PER ANESTESIA:**  
 ► **LE WORK-STATIONS**



Le funzioni di automazione avanzata di una macchina per anestesia moderna assicurano uno straordinario controllo in tutte le fasi dell'anestetizzazione del paziente. La possibilità di impostare alcuni parametri target e di calcolare automaticamente le impostazioni più efficaci per raggiungere tali valori, senza dimenticare la sicurezza del degente, permette all'anestesista di concentrare la propria attenzione principalmente sulle necessità del suo assistito. Questo è il nuovo traguardo raggiunto dalle maggiori ditte produttrici del mercato.

Le work-stations attuali sono appositamente studiate per garantire una ventilazione di qualità analoga a quella richiesta in terapia intensiva. Il ventilatore, generalmente a turbina, favorisce la respirazione spontanea in qualsiasi modalità ventilatoria, garantendo un flusso inspiratorio illimitato.

Principalmente, è importante rilevare la presenza di miscelatore e del raccoglitore di calce sodata per il circuito chiuso. Entrambi, nelle nuove tecnologie, sono interni ed integrati. La possibilità della funzione "a circuito chiuso" permette un miglior utilizzo delle risorse ed un abbattimento dei costi, garantendo il riutilizzo dei gas alogenati impiegati sul paziente. Il monitor, poi, è unico. Questo permette al medico anestesista di concentrarsi solo su un punto visivo, senza trascurare le condizioni del paziente e del macchinario. Il fatto che, oltretutto, lo strumento sia compatto e tecnologicamente avanzato ne permette una buona integrazione con la sala

operatoria, specie nei casi di ridotto spazio. Lo schermo touch-screen e la programmabilità del macchinario per anestesia, infine, permette al medico una precisa e mirata configurazione, automatizzando molte funzioni che prima potevano essere effettuate solo manualmente.

Il tema sicurezza, anche in questo ambito, è molto importante.

Per questo, prima di un acquisto, è utile accertarsi della presenza di importanti particolari quali:

- il test automatico e temporizzato delle funzionalità del sistema;
- i promemoria per la manutenzione;
- gli allarmi “intelligenti”;
- una documentazione completa del macchinario.

In tal modo è possibile limitare al minimo i tempi di inattività del dispositivo e di conseguenza ridurre i costi di proprietà.

Oltretutto, la presenza di allarmi “intelligenti”, relativi l’agevolazione del processo decisionale circa l’uso della “banca dati” integrata riguardante la somministrazione di farmaci anestetizzanti, permette di disporre di tutte le informazioni essenziali del paziente e di essere subito avvertiti in caso di situazioni di possibile pericolo.

In generale, una moderna macchina per anestesia è formata essenzialmente da una work-station di comando e controllo, da almeno un monitor paziente e da un sistema di infusione automatizzato.

Collegando la sala operatoria con gli altri reparti dell'ospedale, poi, è possibile:

- ottimizzare e velocizzare i processi;
- migliorare il livello dell'assistenza pre, intra e post operatoria;
- garantire accesso diretto a una vasta gamma di informazioni direttamente dal posto letto;
- risparmiare tempo;
- abbattere i costi.

Una macchina per anestesia, per essere efficiente al massimo, necessita di avere a sua disposizione molti dati e, per questo, è importante potergli garantire la priorità nella ricezione delle informazioni e il collegamento diretto con il “posto letto”.

Nel prossimo futuro verranno resi disponibili ulteriori componenti per le work-stations, tra cui i monitor portatili per il trasporto e vari altri prodotti innovativi che attualmente sono ancora in fase di test o sviluppo.

Tutto questo garantisce all’anestesista la presenza di un “collaboratore” attento ed obiettivo in grado di fronteggiare anche le situazioni più critiche, potendo predisporre di un piano operativo funzionale e personalizzato in modo preciso.

---

## PRINCIPALI CARATTERISTICHE TENICHE DI UNA NUOVA WORK-STATION PER ANESTESIA

<b>EROGAZIONE DI GAS</b>	
<b>Modalità di utilizzo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Possibilità di controllo manuale dei gas freschi;</li> <li>▶ gestione automatica con controllo O<sub>2</sub> inspirato;</li> <li>▶ polivalente:               <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ neonati;</li> <li>↘ bambini;</li> <li>↘ adulti.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Flusso gas freschi:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 0.25-18 L/min in controllo manuale;</li> <li>▶ 0-18 L/min in gestione automatica;</li> <li>▶ modalità di erogazione a circuito:               <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ chiuso, detto di "uptake";</li> <li>↘ semichiuso;</li> <li>↘ aperto, con by pass automatico della calce sodata.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Impostazione O<sub>2</sub>, in percentuale:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 25-100;</li> <li>▶ controllo dell'ORC "Oxygen Ratio Controller".</li> </ul>
<b>Gas vettore:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ NO<sub>2</sub>;</li> <li>▶ Aria.</li> </ul>
<b>Flush di O<sub>2</sub> (fase in cui si impiega il 100% di O<sub>2</sub> a flussi elevati, si ventila il paziente e si lavare il circuito respiratorio), in L/min:</b>	> 35
<b>Flusso O<sub>2</sub> di sicurezza, in L/min:</b>	0-2

<b>VENTILATORE</b>	
<b>Turbina:</b>	Azionata e controllata elettronicamente, per consentire la libera e spontanea respirazione.
<b>Modalità di ventilazione:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Manuale/spontanea;</li> <li>▶ volume controllato;</li> <li>▶ pressione controllata;</li> <li>▶ effettuata mediante la sincronizzazione delle valutazioni pressiometriche e volumetriche.</li> </ul>
<b>Volume corrente controllato, il ml:</b>	20-1500
<b>Frequenza respiratoria, in L/min:</b>	3-80
<b>Tempo inspiratorio, in s:</b>	0.2-10
<b>Flusso inspiratorio, in L/min:</b>	0-180

<b>MONITORAGGIO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schermo Touch-Screen a 17”;</li> <li>▶ fino a 7 tracce visualizzabili;</li> <li>▶ possibilità di programmazione di varie configurazioni;</li> <li>▶ funzione “aiuto in linea”;</li> <li>▶ visualizzazione dati: <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ volume al minuto e corrente;</li> <li>↘ frequenza respiratoria;</li> <li>↘ curve e loops di flusso;</li> <li>↘ pressione sanguigna e propria delle vie respiratorie.</li> </ul> </li> <li>▶ monitoraggio delle funzioni inspiratorie ed espiratorie di: <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ O<sub>2</sub>;</li> <li>↘ N<sub>2</sub>O, anche se, ormai, il protossido è poco usato;</li> <li>↘ CO<sub>2</sub>;</li> <li>↘ agenti alogenati.</li> </ul> </li> </ul>

### MONITORAGGIO DEL PAZIENTE

- ▶ Monitor con allarmi specifici;
- ▶ ECG a 5 derivazioni;
- ▶ misuratore di temperatura;
- ▶ valutatore della gittata cardiaca con calcoli emodinamici;
- ▶ misuratore della “Pressione del Sangue” IBP in modo “Invasivo”;
- ▶ controllore della “Trasmissione Neuro Muscolare” NMT;
- ▶ visualizzatore dell’effetto dell’anestesia BIS;
- ▶ pulsossimetria con curva pletismografica (grafico che visualizza le variazioni di volume che un certo distretto corporeo subisce ad ogni sistole cardiaca in conseguenza del suo riempimento ematico);
- ▶ misuratore “Non Invasivo della Pressione del Sangue” NIBP di tipo:
  - ↘ estemporaneo;
  - ↘ temporizzato;
  - ↘ continuo;
  - ↘ in venostasi.

### DATI GENERALI

<b>Peso medio, in Kg:</b>	180
<b>Dimensioni, in cm:</b>	170 x 110 x 70
<b>Durata autonomia batteria, in minuti:</b>	min. 30–max. 90

## CAPITOLO 4

# OBIETTIVO PROGETTAZIONE

### *Piastre operatorie moderne*

## 4.1 L'OSPEDALE "FRACASTORO"

Il Distretto 4 dell'A.U.L.S.S. 20 di Verona, sito in San Bonifacio, ha attualmente a sua disposizione una nuova piastra operatoria.



Ingresso dell'Ospedale "Fracastoro".

### ➔ **ANALISI DEL NUOVO BLOCCO OPERATORIO**

Il gruppo operatorio dell'Ospedale "Fracastoro" è costituito principalmente da un blocco di otto sale, adibite a diversi interventi chirurgici e disposte a raggiera, e da varie zone di pulizia, di sterilizzazione, di preparazione e di risveglio.

Il complesso, infatti, oltre ai locali destinati agli interventi “più importanti”, è costituito anche da altri per i casi “più semplici” di day-surgery.

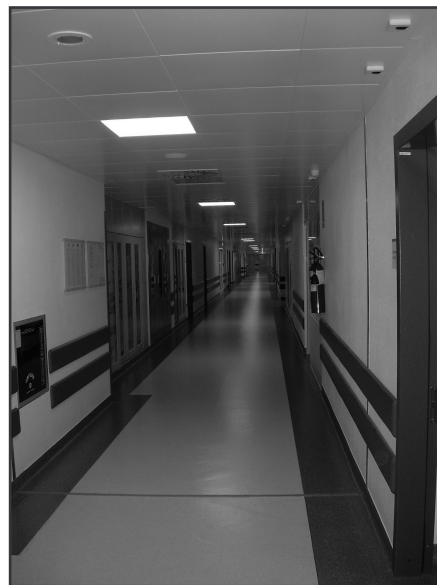
Il blocco operatorio più grande è distribuito su 2000 m<sup>2</sup> e conta un totale di otto sale operatorie.

L’accesso a questa Unità Operativa avviene attraverso due porte automatiche, alternate tra di loro: se la prima porta è aperta, la seconda è chiusa e viceversa.

Questo tipo di accorgimento è necessario, al fine di attuare un piano di filtrazione-disinfezione di tutto ciò che entra in un blocco operatorio, per garantire la sicurezza biologico/chimica.

Questo ingresso è destinato al solo passaggio di materiali e alla loro collocazione.

I pazienti e il personale entrano nel blocco operatorio, invece, attraverso un accesso laterale costituito da un ampio corridoio che permettere l’accesso anche ai “barellati”.



Il trasporto dei pazienti da letto ospedaliero di reparto a quello dell’Unità Operatoria avviene tramite personale di una ditta esterna.

Ovviamente, anche l’entrata al blocco referente dell’area di day-surgery è riservata, controllata e soggetta alla normativa vigente come nel caso delle “normali” sale operatorie.



Una volta raggiunto effettuato l’accesso al blocco, il paziente viene collocato in una apposita sala che conta tredici posti letto ed è situata al centro della piastra.

In questa zona, chiamata “locale di preparazione e risveglio”, il degente tornerà anche nel primo post intervento.

Nella prima fase, detta di pre-intervento:

- il paziente viene identificato;
- avviene la conferma del tipo di intervento da eseguire;
- si fa una prima somministrazione di antibiotico, a scopo preventivo, sulla persona che dovrà subire l’operazione;
- si attua la prima induzione anestesologica sul paziente disteso.



Nella seconda, quella di post-intervento, dove il paziente viene monitorato e tenuto sotto controllo per un periodo indicativo di circa 30 minuti – 1ora, a seconda della complessità dello stesso e delle condizioni cliniche.

I medici e gli infermieri, invece, appena entrano nell'Unità Operatoria accedono ad una zona loro dedicata comprendente spogliatoi maschili e femminili, servizi e comuni zone di lavaggio e preparazione per il pre e il post intervento.

Superata la fase di “arrivo”, i pazienti e il personale si dirigono verso la vera e propria sala operatoria.

I barellati vi accedono attraverso l'apposita entrata principale a loro riservata, situata sul davanti e non contaminata; i medici, invece, vi entrano tramite una posta sul retro-sala ubicata vicino alla zona di lavaggio-chirurgico ove si sono precedentemente preparati.

Le otto sale operatorie presenti nel principale blocco del distretto di San Bonifacio sono disposte a raggiera: cinque appartengono al semicerchio di sinistra, tre a quello di destra.

Nel dettaglio, sono così suddivise:

□ SINISTRA:

- 1) chirurgia generale - toracica - laparoscopica;
- 2) chirurgia generale - toracica - vascolare;
- 3) ortopedia protesica - traumatologica - alla colonna;
- 4) ortopedia - artroscopia a ginocchio e spalla;
- 5) O.R.L.

□ DESTRA:

- 6) ginecologia, con annessa isola prenatale per i casi di parto cesareo;
- 7) urologia - endoscopia;
- 8) urgenze - interventi “latex free”.

Nel retro del “cuore” del blocco operatorio vi è una zona detta pulita, ove è situata sia la zona di lavaggio chirurgico che la zona di deposito di materiale sterile.

Ogni sala operatoria ne ha una, in modo da poter delimitare e diversificare le varie specialità sia dal punto di vista della preparazione medica, che dalla presenza dello strumentario e delle protesi adeguate.

In questa zona vi sono delle grandi pareti tappezzate da armadi a muro, per contenere accessori e componenti varie di carattere medico-specialistico.



Oltre ad utensili e strumenti sterili per gli interventi, in quest'area ci sono apparecchiature elettro-medicali, carrelli per accessori vari, amplificatori di brillantezza e i letti operatori.

Sul retro della zona pulita c'è il "magazzino centrale", che è unico per tutto il blocco operatorio, senza distinzione di specialità o di area.

Questa area è costituita da un grande corridoio a carattere circolare ed ha due autoclavi "pronte all'uso".

Tali sistemi, infatti, vengono usati nell'eventualità di un bisogno immediato di sterilizzazione, come nel caso di uno strumento accidentalmente caduto a terra ed indispensabile per l'intervento in atto.

In questi casi, per necessità di tempo si preferisce utilizzare questo metodo che assicura un ottimo livello di sterilizzazione, senza il bisogno di far passare l'accessorio nella sale adibita alla disinfezione e confezionamento.

A fine intervento, il materiale utilizzato o di rifiuto esce dalla sala operatoria dalla stessa uscita del paziente attraverso il cosiddetto "percorso sporco".

Tramite l'ausilio di un ascensore "sporco", poi, tutti gli strumenti da pulire raggiungono la centrale di sterilizzazione posta sotto il blocco operatorio e, dopo l'opportuno trattamento di lavaggio e disinfezione, con un altro ascensore detto "pulito", vengono portati in un deposito di materiale sterile.

Riassumendo, spostandosi in modo concentrico nella piastra operatoria di San Bonifacio si trova una zona pulita, le sale operatorie poste a raggiera e, al centro, una parte centrale dedicata alla preparazione e al risveglio dei pazienti nelle fasi di pre e post operatorio.

Con il corridoio di collegamento si possono raggiungere diverse aree. Procedendo verso sinistra si incontra la sala di rianimazione, il magazzino e la zona destinata ai chirurghi. Verso destra, invece, c'è il blocco con due sale del day-surgery e un ulteriore passaggio per il raggiungimento della piastra operatoria principale.

## ➔ **LE SALE OPERATORIE: ALCUNE SPECIFICHE**

A San Bonifacio le sale operatorie hanno dimensioni standard intorno ai 32 m<sup>2</sup>. La più grande, addirittura, arriva a misurare 50 m<sup>2</sup>.

I locali atti alla chirurgia generale sono solitamente muniti di:

- due lampade scialitiche per sala, con una telecamera integrata;
- una lampada allo xeno ed una alogena a scopo di riserva;
- un pensile con rotazione fino a 360°;
- un monitor su colonna laparoscopica, per una chiara valutazione dei risultati ottenuti nella misurazione dei valori dell'ECG, del saturimetro, della dosimetria, della temperatura corporea e della pressione arteriosa;
- due monitor per la visione delle registrazioni in streaming;
- un pensile a 180° detto "carrello per il controllo dell'anestesia", munito di ventilatore-respiratore, pompa a siringa e BIS e avente la possibilità di vaporizzare gas anestetici di protossido, sevarone e desflorone.

NB: Questi ultimi due sono quelli più usati perché più facilmente eliminabili dai bambini.

I tavoli operatori, costituiti da un piano in carbonio, sono radio-trasparenti. Grazie a questa caratteristica possono essere adattati alle diverse discipline chirurgiche e, oltretutto, permettono un continuo controllo e monitoraggio radiografico del paziente.

Ogni letto ha una colonna mobile con due piani estraibili che possono traslare longitudinalmente.



Tutte le sale operatorie hanno una telecamera angolare dedita alla registrazione degli interventi chirurgici.

Le immagini acquisite a scopo di “controllo” vengono mantenute da periodi minimi di un mese ai massimi di un anno. Nel caso di registrazioni effettuate a fini didattici, i video possono essere conservati più a lungo.

La sala di preparazione e risveglio, invece, è predisposta di ben quattro telecamere poste una per ogni vertice. Queste registrazioni vengono conservate per sette giorni circa.

Come collocazione generale, in riferimento al tavolo operatorio, si ha:

- in “testa” un pensile con un monitor a movimento rotatorio fino a 180°;
- al “centro” due lampade scialitiche, una telecamera e un monitor su pensile con movimento fino a 360°.
- ai “piedi” una colonna laparoscopica a 180°, montata anch’essa su pensile.

Tramite un dispositivo touch-screen posto all’entrata di ogni sala operatoria è possibile accendere e spegnere le luci generali, modificare la temperatura, impostata a 24°C, di  $\pm 3^\circ\text{C}$ , valutare l’umidità residua e relativa, controllare lo stato dei filtri e constatare la “pressione” della sala.

Tale sistema è presente anche nella saletta del caposala dove, tramite l’utilizzo di un PC, vengono anche salvati i micro-file provenienti dalle telecamere delle sale operatorie relativi le fasi di anestesia, di intervento, etc..

Oltretutto, questo ufficio è predisposto anche di specifici monitor, con funzioni di visualizzazione grafici ed allarmi, atti a tenere sotto controllo l’intero blocco operatorio.

Relativamente la filtrazione dell’aria, le aree interventistiche sono predisposte di quattro punti di “ripresa” muniti di particolari filtri che ricevono pulizia mensile.

I ricambi in “mandata” e in “ripresa” si aggirano intorno alle 20-22 volte l’ora.

Con speciali dispositivi posti nel soffitto sopra il letto operatorio, oltretutto, è possibile controllare la presenza di polveri sottili e di eventuali gas anestetici dispersi, il livello di CO<sub>2</sub> e la pressione della sala.

In base alla normativa sulla sicurezza (626 e aggiornamenti successivi), in ogni area interventistico-chirurgica è prevista la presenza di un predellino a ventosa da utilizzarsi per movimentare la scialitica.

Ogni sala, poi, è predisposta di un sistema di controllo musicale a sei canali, con radio, lettore CD e mp3. Il tutto per attuare un piano “relax” per i medici e il personale infermieristico.

Dal punto di vista organizzativo, le “cartelle cliniche” dei pazienti sono computerizzate, per permettere un veloce e puntuale aggiornamento dei dati, e gestite in una apposito locale centrale.

Grazie al blocco operatorio è più semplice “spostare il personale” da locale all’altro, in caso di emergenza.

## 4.2 L’OSPEDALE “MATER SALUTIS”

L’ospedale di Legnago, con all’attivo una media di 12-13000 interventi chirurgici annui, è attrezzato con dodici sale operatorie poste nel lato nord del blocco settentrionale.

Queste aree interventistiche sono attualmente disposte in diversi piani ed ogni locale, oltre ai macchinari di base, vanta una propria specificità ed adattabilità alle diverse esigenze.

La planimetria edilizia delle stesse è pressoché identica e simmetrica, nonostante le ovvie e differenti caratteristiche di funzionalità e adattabilità dovute ai diversi impieghi di disciplina.

Ad esempio, infatti, le sala operatorie A e B di chirurgia, che si trovano al quinto piano ove c’è l’omonima sezione, sono architettonicamente identiche a quelle presenti nel reparto di ginecologia del sesto.

Costruttivamente, al settimo piano ci sono le sale di oculistica, al sesto quelle di ginecologia, al quinto chirurgia e “day surgery”, al quarto urologia e O.R.L. e, al terzo, ortopedia.

Un obiettivo prossimo dell’ospedale è quello di migliorare il proprio servizio, predisponendo una nuova ed innovativa piastra operatoria.

Probabilmente articolata in due piani ed edificata nel lato ovest del blocco nord, sarà composta da otto sale di chirurgia generale e specialistica e da due di “day surgery”, oltre che dai rispettivi locali di servizio e preparazione.

---

Le discipline interessate sono quelle attuali e riguardano i rami di oculistica, ginecologia, chirurgia, urologia, O.R.L. e ortopedia.

In questo ambito di previsione, appunto, si suppone un utilizzo totale di circa 2500-2800 m<sup>2</sup>, su cui suddividere le 8+2 sale operatorie ed i relativi locali di servizio.

Il bisogno di una “piastra operatoria” nasce principalmente dalla necessità di:

- migliorare la qualità dell’assistenza;
- ridurre la degenza media per paziente chirurgico;
- abbassare il costo complessivo per intervento;
- potenziare la capacità di programmazione degli interventi.

In questo modo, infatti, il compito di preparazione e di assenza dei singoli pazienti spetterà agli operatori del blocco e non più esclusivamente a quelli di reparto come avveniva in precedenza.

Così facendo, oltre all’ovvia ottimizzazione di spazio, tempo e denaro, si potrà ottenere un controllo più specifico del degente e, in caso di bisogno, attuare subito una più mirata procedura di intervento.

Di fatto, con questo nuovo progetto, dal punto di vista funzionale, sarà possibile:

- aumentare l’utilizzazione delle sale operatorie;
  - migliorare l’impiego degli spazi e risorse;
  - ridurre il costo di gestione dei materiali;
  - realizzare una standardizzazione dei tempi e dei materiali chirurgici;
  - accrescere le opportunità di sviluppo professionale delle risorse sanitarie.
-



# CONCLUSIONE

La sicurezza delle tecnologie ospedaliere deve essere intesa come un insieme di processi tra loro indivisibili che devono essere gestiti in maniera integrata.

L'ingresso in ospedale di sempre più numerosi macchinari elettrici ha portato alla nascita di nuove problematiche, come l'inevitabile dispersione della corrente elettrica, che deve essere sempre tenuta sotto controllo.

Occorre tenere sempre ben presente che il paziente in sala operatoria è molto più vulnerabile dell'operatore sanitario, non trovandosi in uno status di buona salute ed essendo anestetizzato.

L'applicazione di apparecchi elettromedicali, ad esempio, può alterare il naturale equilibrio omeostatico del degente provocando eventuali manifestazioni fisio-patologiche.

In sintesi, per un corretto uso delle sale e dei blocchi operatori, è necessario attendersi a delle regole standard.

Varie, infatti, sono le normative europee ed italiane che regolano l'ambiente operatorio e la sanità, sia pubblica che privata.

Relativamente l'analisi delle necessità di sicurezza e qualità, le specifiche principali cui attenersi sono in merito a:

- esigenza di massimi standard di sicurezza e minimizzazione dei rischi;
- bisogno di competitività, innovazione continua e tecnologia d'avanguardia;
- controllo e prevenzione continua;
- elevata qualità dei materiali e della tecnologia.

Al fine di saper usare correttamente e sfruttare al meglio tutte le funzionalità di uno strumento elettromedicale, oltretutto, si rendono necessarie:

- la presenza di una documentazione appropriata e completa degli strumenti, magari implementata con immagini esplicative;
- l'aggiornamento continuo del personale medico ed infermieristico, a vantaggio del miglioramento della competenza e della qualità del servizio offerto al paziente;
- la possibilità di personalizzazione delle sale e degli strumenti operativi in esse contenute, per poter assecondare il più possibile le esigenze chirurgiche e alle abitudini interventistiche del medico.

Allo strumento, in definitiva, si richiede essere in grado di fornire un supporto sia dal punto di vista tecnologico, che da quello pratico; guidando il medico nel corso dell'operazione chirurgica e cercando di minimizzarne i possibili gli errori dovuti a stress e/o disattenzione. Nella quotidianità, poi, la scelta di un macchinario biomedicale piuttosto che un altro dipende anche dal fattore economico.

---



In ogni caso, nella via di valutazione, occorre un connubio tra competenze tecnico-specialistiche di alto livello e la realtà delle esigenze sanitarie e cliniche.

Per assicurare un corretto uso funzionale e l'adeguatezza degli strumenti presenti in una sala operatoria è indispensabile garantire professionalità ed elevato standard tecnologico.

Assicurare la massima efficienza è fondamentale per poter concretizzare l'obiettivo principale dell'organizzazione sanitaria: la salute dei pazienti.







Ingresso dell'Ospedale "Mater Salus".







# **BIBLIOGRAFIA**






## **① LIBRI**

-  G. Carcano, R. Dionigi  
“L’ambiente chirurgico”  
(*Tratto dal testo “Principi di tecnica chirurgica”, ed. Elsevier*)
-  G. Avanzolini  
“Strumentazione biomedica. Progetto e impiego dei sistemi di misura.”  
(*Spunti dal testo, ed. Pàtron*)
-  F. P. Branca  
“Fondamenti di ingegneria clinica”  
(*Nozioni dal testo, ed. Springer*)
-  Centro di Informazione e Valutazione Apparecchiature Biomediche:  
CIVAB - ITAL TBS S.p.a.  
“Apparecchiature biomediche, ditte produttrici, modelli”  
(*Annuario Ministero della Sanità - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia –  
Agenzia Regionale della Sanità, ed. OPT*)










## **② ARTICOLI E RIVISTE SCIENTIFICHE**

-  S. Concetti, C. Basili, T. Pesi, M. Garagnani, S. Secoli  
“Sale operatorie del nuovo ospedale di Modena: sicurezza ed innovazione”  
(Articolo tratto dalla rivista “L’Ospedale”. Trimestrale di igiene, tecnologia,  
management degli ospedali e dei servizi sanitari territoriali, n°2/2006)
-  A. Paolini  
“Riorganizzazione di un blocco sanitario”  
(*Articolo tratto dalla rivista “Management Infermieristico”, n°2/1999*)
-  “Hospital & Public Health”  
(Rivista scientifica americana. Trimestrale di progettazione integrata, biomedicina,  
nanotecnologie, tecnica sanitaria e scienza della salute, n°Gennaio-Marzo 2007)
-  “Hospital & Public Health”  
(Rivista scientifica americana. Trimestrale di progettazione integrata, biomedicina,  
nanotecnologie, tecnica sanitaria e scienza della salute, n°Gennaio-Marzo 2009)

### **3 SLIDE – RELAZIONI – INTEGRAZIONI**

-  A. Ruggeri  
“Strumentazione biomedica”  
(*Slide corso “Strumentazione Biomedica”, A.A. 2008-2009*)
-  L. Sartori  
“Sicurezza elettrica”  
(*Slide approfondimento corso “Strumentazione Biomedica”, A.A. 2008-2009*)
-  M. E. D’Alfonso, L. Leograde, M. Marchetti  
“*La piastra operatoria del Policlinico Gemelli*”  
(Slide illustrative, 2005)
-  Servizio di Ingegneria Clinica  
“Il processo di conversione nelle sale operatorie dell’AOU Ospedali Riuniti di Trieste: scelte decisionali, procedure di utilizzo, obiettivi da raggiungere”  
(*Relazione convegno Trieste, 2002*)
-  Karl Storz  
“La sala operatoria integrata”  
(*Note informative integrative in riferimento alle nuove tecnologie ospedaliere*)

### **4 SITI WEB**

-  [www.aulsslegnago.it](http://www.aulsslegnago.it)
-  [www.ulss20.verona.it](http://www.ulss20.verona.it)
-  [www.ministerosalute.it](http://www.ministerosalute.it)
-  [it.wikipedia.org](http://it.wikipedia.org)
-  [www.aiic.it](http://www.aiic.it)
-  [www.gruppogiglio.it](http://www.gruppogiglio.it)
-  [moodle.dei.unipd.it](http://moodle.dei.unipd.it)
-  [www.brandianestesia.it](http://www.brandianestesia.it)
-  Vari siti di ditte produttrici di macchinari elettro-medicali, non citati per motivi di privacy.

# RINGRAZIAMENTI

*Un sentito grazie all'Ing. Panziera, per avermi permesso di effettuare questa esperienza di tirocinio; a tutti i dipendenti del "Servizio Tecnico" dell'Azienda U.L.S.S. 21 di Legnago; ai collaboratori della ditta "Ingegneria Biomedica-Santa Lucia", nelle persone di Ing. Tapparelli, Ing. Corrain e p.i. Seghetto, e al sig. Santinato, Caposala dell'Unità di Chirurgia presso l'Ospedale di San Bonifacio - Distretto Socio-Sanitario n°4 dell'Azienda U.L.S.S. 20 di Verona.*

*Tanti ringraziamenti alla professoressa Saccomani, per la gentilezza e la disponibilità dimostrata in tutte le fasi del mio pre-laurea.*