

MODELLI DI LOCAZIONE E ALLOCAZIONE DEI CENTRI TRAPIANTO

Il contesto che si analizzerà riguarda i problemi di localizzazione di servizio. L'interesse è rivolto verso la pianificazione di allocazione di un centro trapianti in un dato territorio.

ANALISI DEL CONTESTO: trapianto di organi.

Trapianto di organi: sostituzione, con scopi terapeutici, di un organo malato o danneggiato con un altro sano, proveniente dallo stesso individuo (trapianto autologo, ad esempio quello di pelle) o da altro individuo donatore (trapianto omologo), vivo o morto.

Obiettivi complessivi di un sistema dedicato ai trapianti sono:

- Garantire un alto tasso di sopravvivenza per il paziente (obiettivo di natura terapeutica);
- Garantire un uso efficace dell'organo disponibile; nell'ambito di un sistema trapianti la risorsa scarsa di elevata qualità è proprio l'organo messo a disposizione dal donatore (non deve andare sprecata); in termini di allocazione delle risorse scarse e pregiate, qui si comprende bene che l'organo è proprio una di queste, pertanto, efficacia ed efficienza devono convogliare per preservare lo stesso;
- Garantire equità all'accesso; serve gestire delle liste d'attesa (gestione ottimale delle liste con organizzazione puntuale);
- Limitare i costi economici complessivi.

Dal punto di vista clinico l'intervento chirurgico legato ai trapianti d'organo è uno dei più complessi, richiede delle professionalità che non vengono garantite in qualsiasi ospedale. In Calabria, ad esempio, si fanno solo trapianti di rene e di fegato.

Aspetti clinici

TEMPI DI ISCHEMIA FREDDA				
RENE	CUORE	FEGATO	POLMONE	PANCREAS
18 ore	5 ore	12 ore	5 ore	12 ore

Sono fortemente legati alla rapidità con la quale l'organo sano viene trapiantato. L'organo è una risorsa deperibile: bisogna rispettare i **TEMPI DI ISCHEMIA FREDDA**.

Nei tempi si tiene conto il lasso temporale dal momento in cui l'organo viene espantato.

Nel trapianto di organi bisogna valutare anche la compatibilità istologica; ma anche del rischio di rigetto e della gestione del follow – up.

Per quanto riguarda la pianificazione e gestione del sistema, è molto importante il tempo di ischemia fredda.

FASI TEMPORALI DEL TRAPIANTO

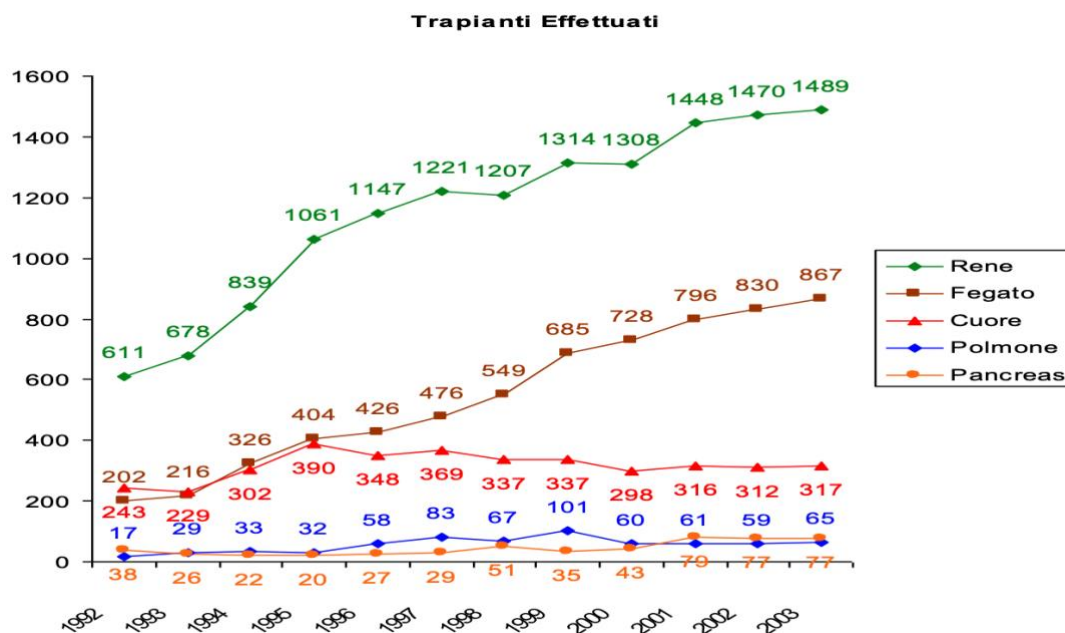


5

1. Espianto dell'organo sano da trapiantare;
2. Valutazione delle caratteristiche e dell'idoneità al trapianto dell'organo sano; conservazione in ipotermia dell'organo sano;
3. Scelta dell'individuo in cui trapiantare l'organo con valutazione della compatibilità istologica; ci deve essere un matching di natura biologica tra l'organo che viene trapiantato tra il paziente ricevente e il paziente donatore
4. Intervento chirurgico
5. Gestione dell'eventuale rigetto e follow-up.
- 6.

Queste fasi vanno adoperate con tempestività, in concerto con il rischio di tempistica per l'ischemia fredda.

IL TRAPIANTO IN ITALIA...ALCUNI DATI



I dati nell'immagine corrispondono agli anni 1992 - 2003; si osserva una crescita più o meno sostenuta nei trapianti di rene e di fegato, mentre per cuore, polmoni e pancreas sono la linea è più o meno costante (in linea probabilistica per la difficoltà annessa all'intervento chirurgico).

DONATORI DI ORGANI UTILIZZATI PER ANNO (aggiornato all'ultimo anno disponibile)

Anno \bar{Y}	N° Donatori utilizzati	N° Donatori utilizzati PMP*	Età Media dei donatori
2022	1460	24.6	61.5
2021	1387	23.3	60.4
2020	1235	20.5	59.7
2019	1379	22.8	59.8
2018	1371	22.6	60.4
2017	1437	23.7	59.8
2016	1298	21.4	58.8
2015	1165	19.2	58.5
2014	1174	19.7	57.8
2013	1102	18.5	57.7
2012	1123	18.9	57.7
2011	1113	18.4	55.7
2010	1094	18.2	56.3
2009	1168	19.6	54.0
2008	1094	19.2	53.2
2007	1098	19.3	52.2
2006	1139	20.0	53.1
2005	1118	19.6	51.8
2004	1120	19.7	50.7
2003	947	16.8	49.2
2002	945	16.8	48.0
Totale	24967		56.4

Il prof ha proiettato alcune slides relative alle liste di attesa al 31 dicembre 2003, in cui vengono messi in relazione la tipologia di organo, il numero di pazienti, il tempo di permanenza medio, la percentuale di mortalità in lista in una tabella ben precisa, che, sebbene a livello di numeri sia completamente diversa rispetto ai giorni d'oggi, nelle proporzioni più o meno rimane simile: questo si spiega perché le criticità e le difficoltà legate sul versante relativo alla domanda di servizio in questione, alle esigenze espresse in relazione ai casi di intervento richiesti è simile a quelle attuali, fermo restando il miglioramento nell'efficienza e nell'efficacia dell'iter di risoluzione dei problemi relativi alla domanda. Un'altra tabella relativa al periodo 1992-2003 mostra gli organi trapiantati e organi persi in relazione tra loro, cercando di dimostrare anche qui l'efficienza della risoluzione di problema alla domanda di servizio (l'uso efficace ed efficiente dell'organo da trapiantare, quale risorsa scarsa e pregiata, è un argomento su cui bisogna prestare molta attenzione per rendere il sistema organizzativo il più efficiente possibile).

STRUTTURA ORGANIZZATIVA DEL SISTEMA TRAPIANTI

Anche per quanto riguarda il problema trapianti in Italia, si è avuto un processo bottom-up; il nodo centrale è il CENTRO NAZIONALE TRAPIANTI (CNT), dipende dal Ministero della Salute (è stato da esso istituito alla fine degli anni '90) e si occupa di:

- Gestione lista d'attesa nazionale
- Coordinamento centri regionali ed interregionali

- Controllo presidi sanitari di espianto e trapianto; per avere il ruolo di espianto ed impianto c'è bisogno di un processo di accreditamento della struttura;
- Determinazione della “domanda” di organi;

Poi vi sono dei CENTRI INTERREGIONALI DI RIFERIMENTO (CIR) che sono:

- Nord Italia Transplant (NITp)
- Associazione Interregionale Trapianti (AIRT)
- Organizzazione Centro Sud Trapianti (OCST)

Sono le prime istituzioni costruite dal basso e che hanno dato il via poi al Centro Nazionale Trapianti. Si occupano di:

- Gestione liste d'attesa nel territorio di riferimento;
- Allocazione degli organi;
- Coordinamento complessivo.

Esistono poi dei CENTRI REGIONALI (ogni regione fa riferimento a un particolare centro del sistema) che:

- Applicano le linee guida nazionali;
- Coordinano attività di trasporto degli organi (dobbiamo sempre ricordarci tempi di ischemia fredda per cercare di operare nella tempestività e nella maggiore efficienza possibile);
- Coordinano le équipes medico-sanitarie.

L'importante è parlare dei livelli di coordinamento interregionale. Ci sono tre livelli:

- NITp: nord Italia Transplant program
- AIRT: associazione interregionale trapianti
- OCST: organizzazione centro sud trapianti.

Questi livelli di coordinamento, tuttavia, presentano una disomogeneità organizzativa tra loro (basti pensare la Puglia che è intercorrelata con la Valle d'Aosta oppure che le province autonome di Trento e di Bolzano, pur trovandosi entrambe nel Trentino Alto Adige, sono dislocate a livello di coordinazione tra di loro). Questo sistema permetteva l'organizzazione delle disponibilità di organi, l'efficienza di coordinamento delle operazioni di emergenza.

Nell'organizzazione complessiva vi sono poi:

- **Centri di Trapianto:** strutture ospedaliere accreditate e specializzate in una o più tipologie di trapianti
- **Centri di Espianto:** strutture ospedaliere accreditate e dotate di reparti di rianimazione

I 3 attori principali del sistema saranno il centro trapianto, il ricevente e organo (centro espianto).

Vi sono alcune slides in cui il prof ha proiettato informazioni relative ai centri di distribuzione del trapianto di cuore, polmone, rene, pancreas, fegato sul territorio nazionale. I pallini rossi o i pallini - in generale - colorati sulla cartina sono i nodi di servizio; nei luoghi e nelle regioni in cui ci sono più nodi di servizio vuol dire che c'è più efficacia ed efficienza.

LA LISTA D'ATTESA

Viene aggiornata giorno per giorno. È un dato importante per l'impostazione del problema. Lo si interpreta come livello di domanda del servizio richiesto, rappresenta una stima potenziale delle domande di trapianto d'organo. Essa è organizzata con un livello gerarchico in cui vi è la lista d'attesa centro trapianti che coordina la lista d'attesa regionale la quale, a sua volta, coordina la lista d'attesa dei centri interregionali di riferimento che, infine, coordina la lista d'attesa nazionale.

DIAGRAMMA DI FLUSSO COMPLESSIVO : gestione della lista di attesa

Partendo dall'alto supponendo che un organo si rende disponibile nel territorio di riferimento e può essere gestito dal centro trapianti di quell'azienda; si verifica nella lista locale se vi è un paziente idoneo; se non è disponibile si passa a livello regionale, sennò si passa a livello interregionale; se non si trova si va a livello Nazionale.

Questo sistema faceva sì che un organo che, ad esempio, si rende disponibile nella provincia di Lecce, per la gerarchia dei CIR esso andava a finire in Piemonte, anziché in Calabria.

LIMITI DELL'ATTUALE ORGANIZZAZIONE

- Frammentarietà territoriale dei CIR
- Collocazione territoriale dei Centri di Trapianto
- Gestione delle Liste d'Attesa

Fattore Chiave: rapidità delle operazioni pre-trapianto

- Assegnamento dell'organo disponibile al paziente ricevente
- Trasporto dell'organo dal Centro di Espianto al Centro di Trapianto
- Trasporto del paziente dalla sua residenza al Centro di Trapianto

SOLUZIONE

Migliorare l'efficienza delle operazioni pre-trapianto

- Riorganizzazione territoriale dei CIR
- Localizzazione territoriale dei Centri di Trapianto
- Allocazione Centro di Espianto e Ricevente al Centro di Trapianto

Quando si parla di operazioni per la predisposizione di una gestione del problema trapianto, si possono evidenziare, come principali problemi del sistema, i limiti di organizzazione che privilegia la frammentazione territoriale delle competenze sull'organo messo a disposizione e sul paziente ricevente, la localizzazione dei centri adibiti per il trapianto e la gestione delle liste di attesa: questi tre fattori devono essere assolti in unica pianificazione del problema per garantire un appropriatezza del processo affinché tutte le operazioni di trapianto vengano effettuate nella maniera più tempestiva e precisa possibile. Con il modello TRALOC (Transplant Location Allocation Model) e si è cercato di superare l'organizzazione territoriale della gestione per i centri interregionali di riferimento attraverso una opportuna localizzazione dei centri trapianti ed una idonea allocazione dei centri di espianto e dei pazienti riceventi, affinché il miglioramento, nel complesso, relativo all'efficienza e alla rapidità di tutte le operazioni pre-trapianto venisse favorito (anche per minimizzare i complessivi tempi d'attesa).

Ovviamente, a tutto questo deve essere aggiunto:

- il fattore copertura territoriale della domanda di organi,
- i tempi di percorrenza per affrontare le emergenze,
- controllare l'ampiezza della curva delle liste d'attesa,
- Organizzare ex novo un servizio di gestione del problema sul territorio.

PROBLEMA 12

Un'azienda farmaceutica produce due differenti tipi di farmaco chemioterapico per pazienti oncologici, A e B. Le fasi di lavorazione, per ciascun tipo di farmaco, sono caratterizzate da due specifici processi di lavorazione da condurre in due reparti, 1 e 2.

La capacità produttiva giornaliera del reparto 1 è di 400 unità di farmaco, se il reparto è utilizzato esclusivamente per la lavorazione del farmaco A, mentre è di 800 unità di farmaco se il reparto è utilizzato esclusivamente per la lavorazione del farmaco B. Analogamente, la capacità produttiva giornaliera del reparto 2 è di 1500 unità di farmaco, se utilizzato esclusivamente per lavorare il farmaco A, mentre è di 1200 unità di farmaco se utilizzato solo per lavorare il farmaco B.

Per esigenze commerciali, si deve assicurare la produzione giornaliera di almeno 100 unità di farmaco A.

Attraverso la vendita dei farmaci A e B si realizza un profitto unitario rispettivamente di 3 e 5 euro. Formulare un modello di ottimizzazione il cui obiettivo sia la massimizzazione del profitto giornaliero complessivo.

A	< o = 400 (se SOLO A)	< o = 1500 (se SOLO A)	Produzione > o = 100 in un giorno del farmaco A	€ 3
B	< o = 800 (se SOLO B)	< o = 1200 (se SOLO B)		€ 5

Innanzitutto, si trovi i dati di interesse.

OBIETTIVO: massimizzazione del profitto giornaliero complessivo;

DECISIONI (ossia alternative da selezionare): sono i LIVELLI DI PRODUZIONE E VENDITA del farmaco A e del farmaco B.

$$X_a, X_b \geq 0$$

FUNZIONE OBIETTIVO

Espressa tramite un'equazione lineare: $\max Z = 3X_a + 5X_b$

VINCOLI (sono legati alle modalità con cui andiamo a rappresentare i requisiti specifici, e rappresentano l'area in cui andiamo a prendere le alternative possibili)

Le condizioni in questo caso sono legate alla capacità produttiva dei due reparti.

$$\begin{aligned}
 R_1 & \begin{cases} \text{Se } X_b = 0 \rightarrow X_a \leq 400 \\ \text{Se } X_a = 0 \rightarrow X_b \leq 800 \end{cases} \\
 R_2 & \begin{cases} \text{Se } X_b = 0 \rightarrow X_a \leq 1500 \\ \text{Se } X_a = 0 \rightarrow X_b \leq 1200 \end{cases}
 \end{aligned}$$

La prima condizione da rispettare è che $X_A \geq 100$. Infatti, ci viene detto che nello stabilimento A bisogna produrre almeno 100 unità di farmaco al giorno.

L'obiettivo era tradurre le condizioni logiche presenti tra le due parentesi in una formula matematica.

Le condizioni logiche scritte lì sono state rappresentate partendo dai dati della tabella scritta in precedenza.

$$\frac{1}{400}x_A + \frac{1}{800}x_B \leq 1 \quad R_1$$
$$\frac{1}{1500}x_A + \frac{1}{1200}x_B \leq 1 \quad R_2$$

Considerando i due reparti in maniera separata, si può dire che:

- Se tutta la produzione viene concentrata su R1, possiamo scrivere l'equazione in figura. Si può arrivare ad un valore massimo di 1 che metaforicamente può rappresentare una torta intera.
- Se tutta la produzione viene concentrata su R2, l'equazione cambia come in figura.