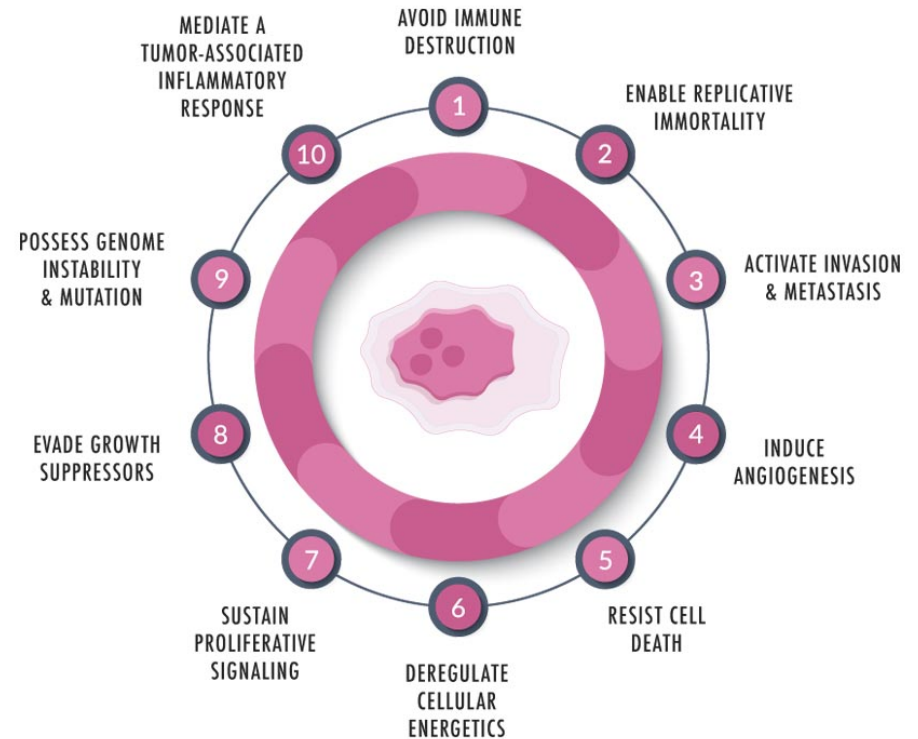


# NEOPLASIE: Caratteristiche generali

**Maurizio Romano, PhD**  
**Dipartimento di Scienze della Vita**  
**Edificio R – Stanza 219**  
<http://tinyurl.com/edificior>  
<http://tinyurl.com/maurizioromanoita>

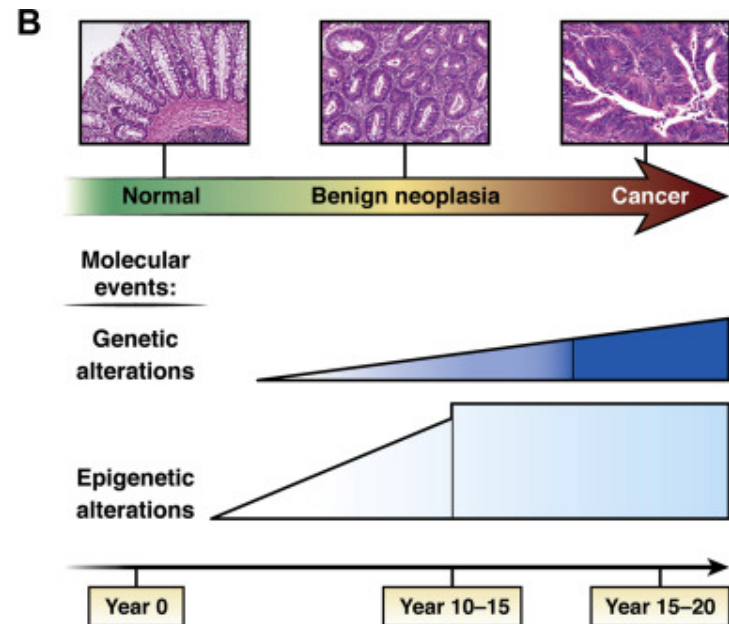
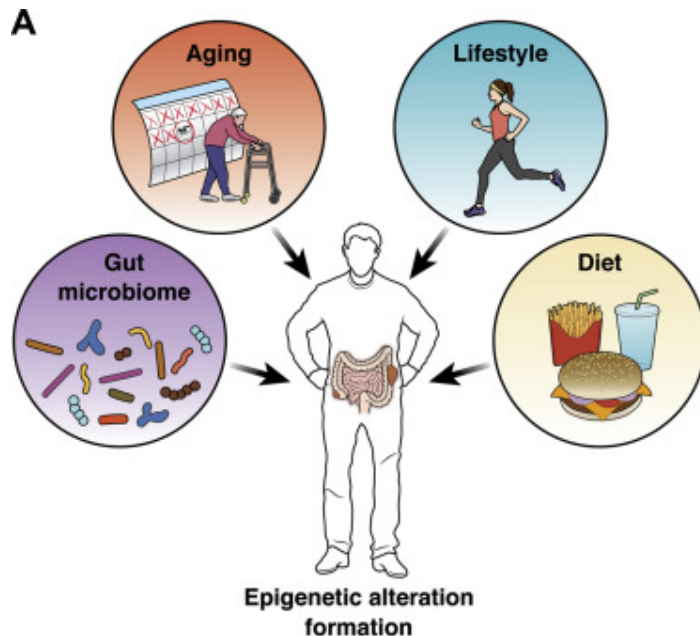
**Università di Trieste**  
**Via A. Valerio, 28**  
**Tel: 040-3757316**  
**e-mail: mromano@units.it**



# Storia naturale dei tumori

## CANCEROGENESI E' UN PROCESSO MULTIFASICO

- Più eventi sono necessari per la transizione da tessuto normale a tumore maligno
- Eventi più numerosi nel caso di tumori frequenti nell'età adulta/anziana (colon, mammella, polmone, vescica) rispetto a quelli frequenti in età pediatrica (retinoblastoma, leucemie)
- Relazione tumori età



# Storia naturale dei tumori

Vari **tipi di tumori sono diversi** fra loro per quanto riguarda **la storia naturale**:

- ❖ **insorgenza monoclonale, oligoclonale o policlonale**
- ❖ presenza di **lesioni preneoplastiche** più o meno definite
- ❖ **numero e tipo di eventi** necessari per l'acquisizione della malignità
- ❖ **durata dell'intera storia e delle sue fasi**
- ❖ **evoluzione ed aggressività**
- ❖ **sedi metastatiche**
- ❖ **interazioni con l'ospite**

Tumori appartenenti a uno stesso tipo istologico e con agente cancerogeno simile presentano generalmente storie naturali **simili**

# Monoclonalità

## Monoclonali SI

La gran parte dei tumori ha un'**origine monoclonale**, cioè da una sola cellula

- **Mieloma multiplo**  
(tumore plasmacellulare)
- **Glucoso-6-fosfato deidrogenasi**  
(su cromosoma X)

## Monoclonali NO

- **Polipi adenomatosi del colon a carattere familiare (FAP)**
- **Carcinoma a cellule basali della cute**
- **Miomi uterini**
- **Fibroadenoma mammella**

**Convergenza di più tumori**

- **Cancerogeni forti ad alte dosi**
- **Virus oncogeni**

# Lesioni precancerose

TABELLA II. – PRINCIPALI LESIONI PRECANCEROSE.

## Definizione OMS:

- *La **precancerosi** è rappresentata da tessuti morfologicamente alterati nei quali vi è una maggiore possibilità di insorgenza di cancro rispetto i tessuti limitrofi apparentemente normali.*
- **Precancerosi:** tessuto morfologicamente alterato, con possibilità di insorgenza del cancro.
- **Qualsiasi lesione precancerosa è alla base di un processo che provoca un tumore maligno.**

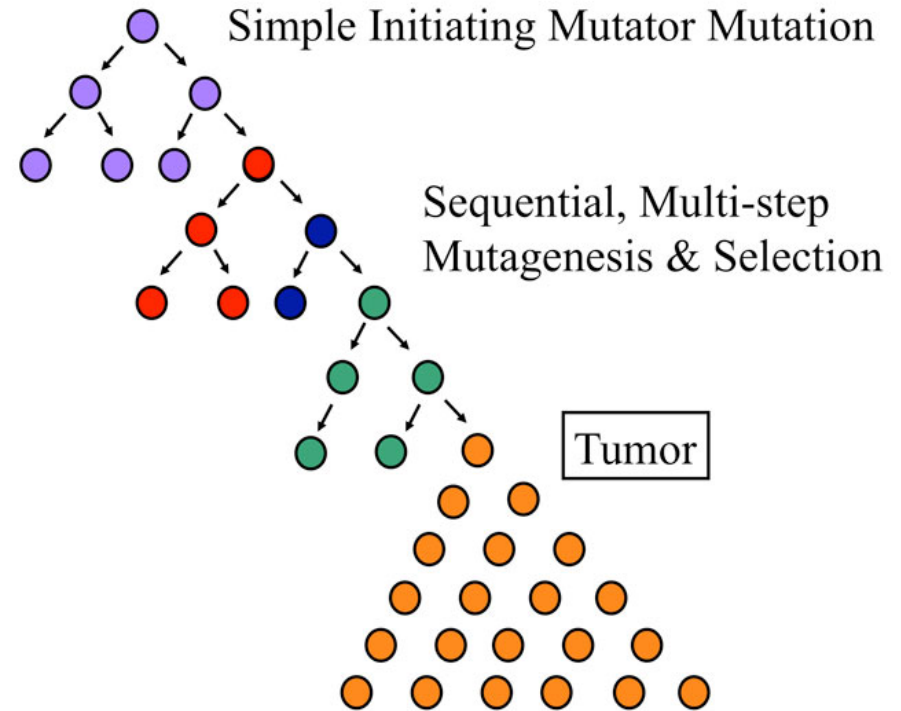
## FASI:

- **precancerosi**
- **carcinoma in situ**
- **carcinoma microinvasivo**
- **tumore invasivo stromale**
- **invasione profonda**
- **metastasi linfonodali e altre metastasi**

Lesioni	Sede e/o tipo di tumore
Leucoplasie	Bocca, ano, genitali
Eritroplasie	Bocca, ano, genitali
Malattia di Bowen	Cute: bocca, ano, genitali
Cheratosi senile	Cute
Melanosi di Dubreuilh	Cute, melanomi maligni
Nevo pigmentoso giunzionale (piede, faccia, tronco)	Melanoma maligno
Papilloma cutaneo	Cute
Radiodermite	Cute
Dermatosi professionali	Cute
Craurosi vulvare	Vulva
Sindrome di Plummer Vinson, gastrite atrofica, displasia della mucosa gastrica, poliposi retto-colica familiare, polipi gastrici, del colon, del retto, tumori villosi	Faringe, esofago, stomaco, colon, retto
Papillomatosi vescicale	Vescica
Papilloma della vescica	Vescica
Malattia di Paget dell'osso	Osteosarcoma
Condromi multipli	Condrosarcomi
Malattia esostante	Fibrosarcomi
Neurofibromatosi di Recklinghausen	Neurinomi maligni
Mola idatiforme	Coriocarcinoma

# Fasi della crescita tumorale

- **Cancerogenesi: processo multifasico**
- **Fasi => alterazioni genetiche**
- **Lesioni di cellule o di tessuti rappresentano le fasi intermedie del processo di cancerogenesi (Foulds, 1954)**
- **Molte neoplasie umane sono diagnosticate con un'incidenza età dipendente che implica da 4 a 7 eventi stocastici (Renan, 1993)**
- **Neoplasie del ratto sono ugualmente multifasiche ma richiedono in media solo 2 alterazioni stocastiche (Hahn, 1999)**
- **Neoplasie del topo richiedono un numero variabile di alterazioni stocastiche (Bergers, 1998)**
- **Evoluzione delle neoplasie segue la teoria Darwiniana??**



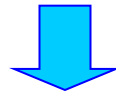
# Fasi della crescita tumorale

1. Trasformazione
2. Crescita
3. Invasione
4. Metastasi

La proliferazione cellulare è sotto controllo genico

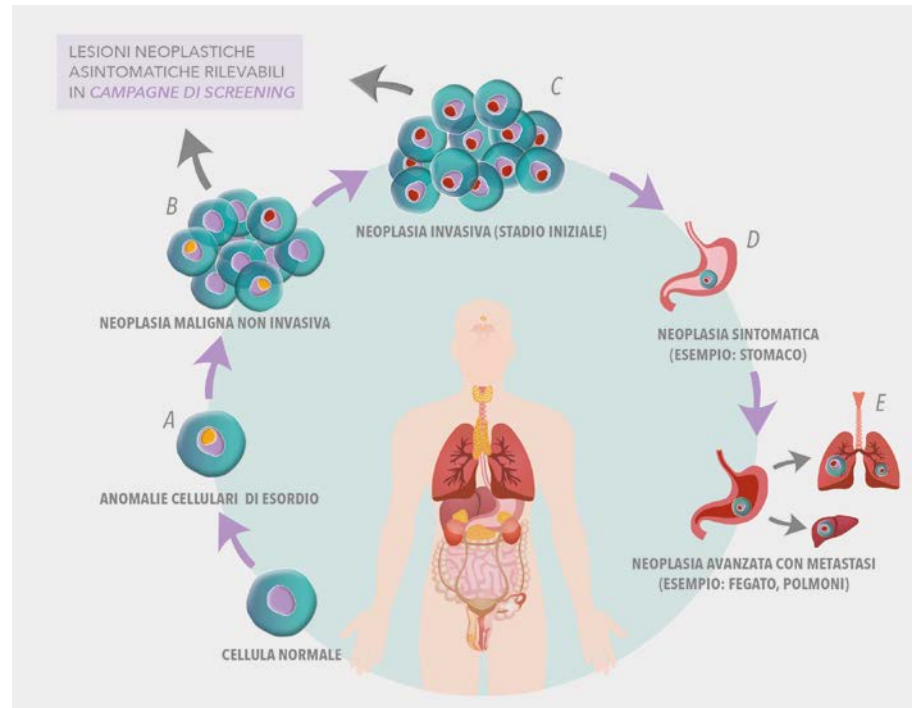


Mutazione somatica crea una variante che prolifera più velocemente (vantaggio selettivo)



Naturale “tendenza” al tumore

# Roma non è stata costruita in un giorno... ....Il cancro non si sviluppa in un solo giorno



**FIGURA 4. Il cancro non nasce in una notte**

La nascita/sviluppo di un tumore maligno (i.e.: storia naturale del cancro) si realizza in un lungo arco di tempo. La figura schematizza gli stadi di sviluppo di un cancro dello stomaco:

1) trasformazione di una cellula (nucleo arancione) che diviene incline alla progressione verso il cancro [A]; 2) cellula tumorale "madre" (cellula con nucleo rosso [B]); 3) dalla cellula-madre nasce una popolazione di cellule neoplastiche [C]; 4) le cellule neoplastiche occupano l'organo nel quale si sono sviluppate (esempio: stomaco [D]); 5) il tumore maligno, nato nello stomaco, si diffonde in altri organi (esempio: metastasi di un carcinoma gastrico in polmone e fegato [E]). La "cascata" che porta dalla cellula-madre [B] al tumore avanzato [E] include numerosi stadi intermedi. In questo arco di tempo, le campagne di screening possono individuare il tumore in fase iniziale-asintomatica, curabile con successo.



# Trasformazione: qual è la probabilità di sviluppare una neoplasia?

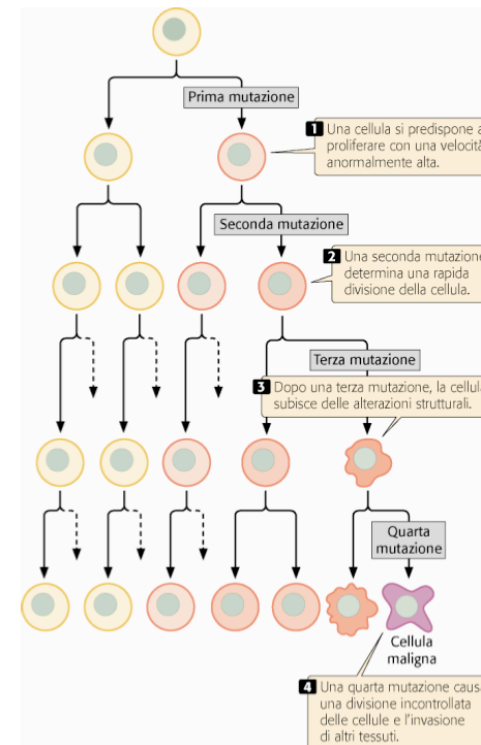
1 sola **MUTAZIONE** non può convertire una cellula somatica normale in una cellula maligna

- ❖ Quante mutazioni successive sono necessarie nell'uomo per trasformare una cellula normale in una cellula neoplastica? **6-7**
- ❖ Qual è il tasso di mutazione spontanea nell'uomo?  **$10^{-7}$ /gene/cellula**
- ❖ Quante cellule possiede un uomo?  **$10^{13}$**
- ❖ Probabilità di sviluppare neoplasie è:  **$(10^{-7})^6 \times 10^{13} = 1:10^{29}$**

❖ **Ogni evento mutageno importante conferisce un vantaggio clonale selettivo alla cellula in cui avviene per un successivo evento mutageno così via fino allo sviluppo di una neoplasia**

❖ **Stimolo della proliferazione:** alcune mutazioni stimolano la crescita, creando una popolazione espansa di cellule in quale si verifica la mutazione successiva

❖ **Instabilità genomica:** Altre mutazioni intaccano la stabilità dell'intero genoma, facendo aumentare il tasso di mutazioni complessivo



# Cinetica di crescita delle cellule tumorali

1. Quanto tempo occorre perchè una singola cellula trasformata produca un tumore clinicamente apprezzabile?

1 cellula ->  $10^9$  cellule (30 duplicazioni) => 1 gr  
 $10^9$  cellule ->  $10^{12}$  cellule (10 duplicazioni) => 1Kg

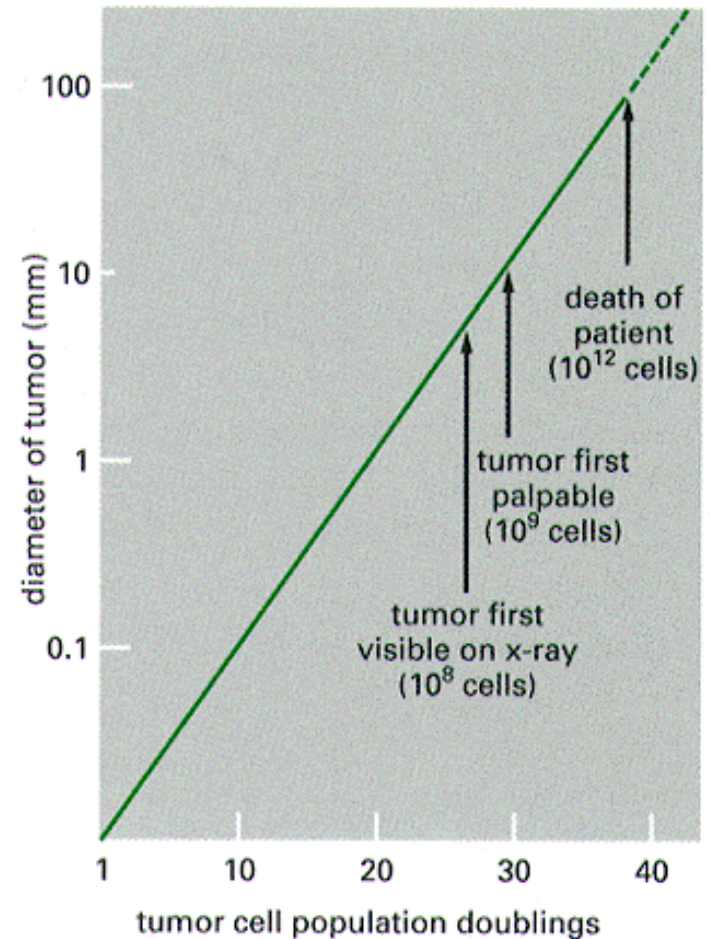
2. Qual è il tempo di duplicazione delle cellule tumorali?

Durata del ciclo cellulare non varia nei tumori

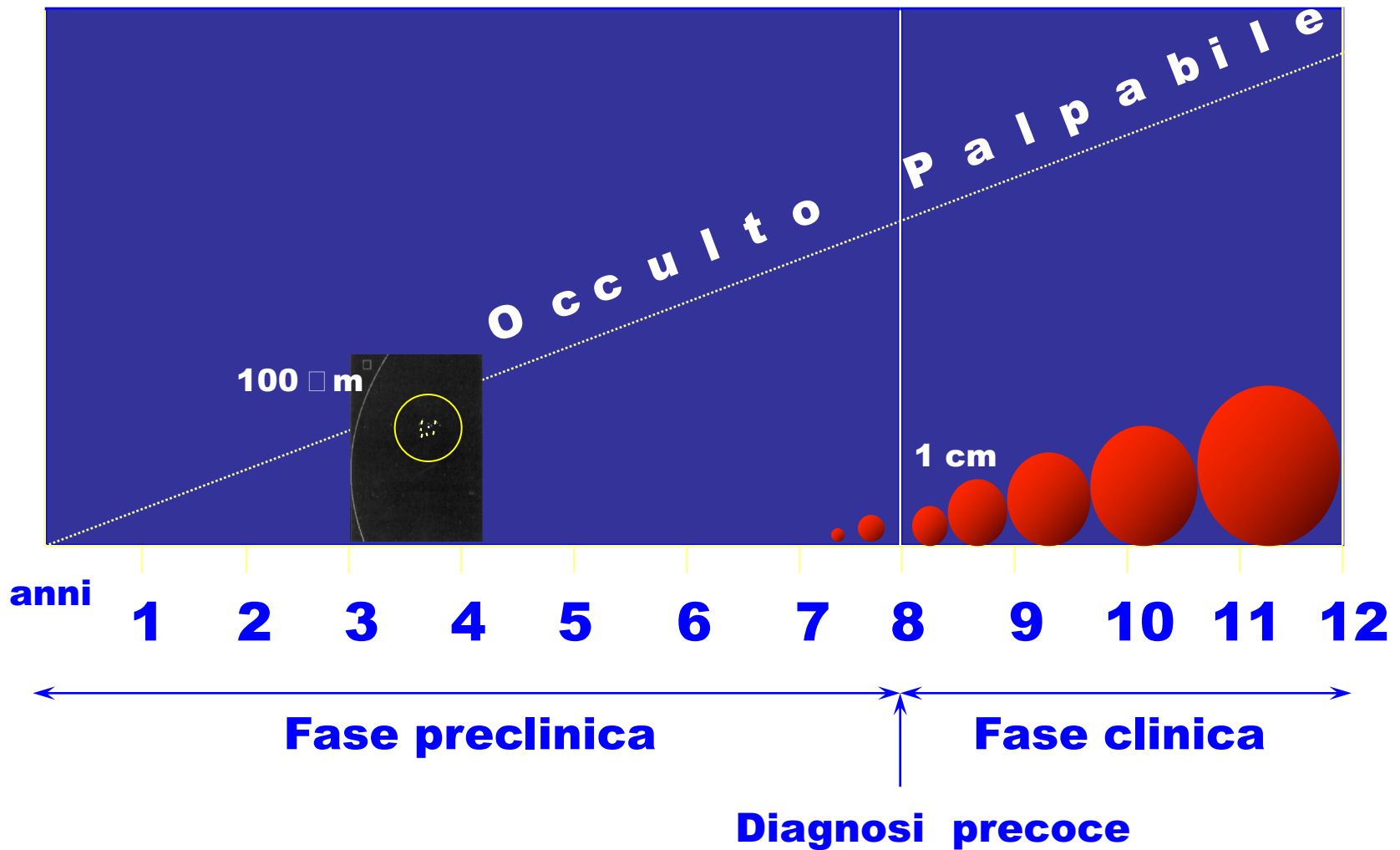
3. Qual è la frazione di cellule tumorali in fase di attiva replicazione?

Frazione proliferante <20%

4. Qual è la percentuale di cellule tumorali proliferanti che viene perduta?



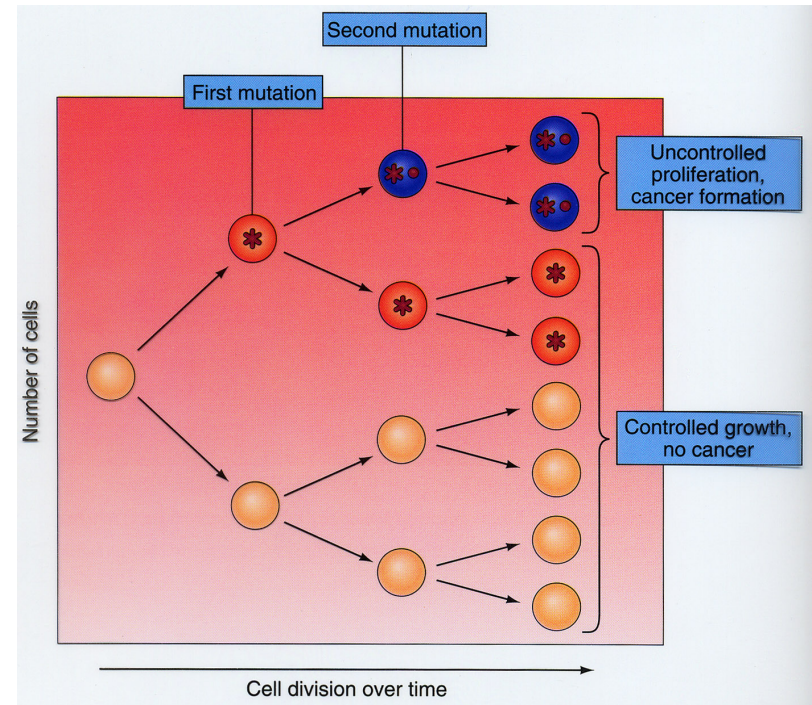
# Storia naturale di un Carcinoma della Mammella



**Tempo di duplicazione approssimativo: 100 giorni**

## Crescita delle neoplasie: progressione & eterogeneità

- Le cellule tumorali in crescita, grazie alla progressione & eterogeneità, acquisiscono nuove proprietà
- **Correlazione progressione - mutazioni**
- Tumore accumula subcloni capaci di sopravvivere meglio, invadere, dare metastasi
- Capacità di dare metastasi richiede tempi variabili: Osteosarcomi rapidi; Tumori Gh. Salivari lenti
- Conoscenza caratteristiche -> prognosi e terapia



### Eterogeneità → Dominanza clonale

All'emersione di un clone dominante contribuisce la selezione esercitata da:

- ✓ microambiente
- ✓ difese dell'ospite
- ✓ terapie

# Crescita delle neoplasie: modelli

- **Modello stocastico:** ogni popolazione cellulare tumorale avrebbe una stessa, seppur bassa, probabilità di rigenerare il tumore a seguito di mutazioni accumulate progressivamente.
- **Modello gerarchico:** solo una piccolissima sottopopolazione di **cellule staminali tumorali adulte (CST)** è in grado di innescare e sostenere la crescita tumorale.
- Le **CST possiedono la capacità di ricreare l'eterogeneità tumorale**, a seguito della loro elevata plasticità che permette loro di dare origine a tutte le differenti popolazioni cellulari del tumore

- **CST** presentano sia attività tipiche delle cellule tumorali che caratteristiche simili alle **cellule staminali normali (CSN)**
- CST sono in grado di dare nuovamente origine a tumori se trapiantate in vivo in topi immunodeficienti
- Caratteristiche distintive delle CST rispetto alle CSN, sono molteplici

➤ **Elevata plasticità**, in quanto riescono a ricreare l'eterogeneità intra-tumorale e inter-tumorale, dando origine alle diverse popolazioni cellulari

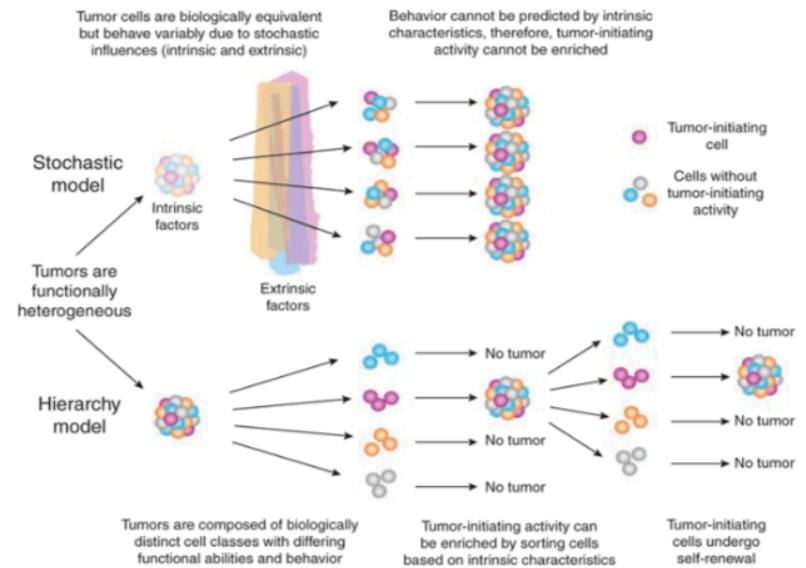
➤ **Capacità proliferativa elevata + incontrollata** (evasione dal normale controllo dell'omeostasi tissutale).

Le **CST** tendono ad avere un numero maggiore di **divisione simmetriche** (ossia da una cellula staminale si originano due cellule figlie staminali) piuttosto che **asimmetriche** (ossia da una cellula staminale si origina una cellula figlia staminale ed una più differenziata) tipiche invece delle **CSN**.

➤ **CST presentano alterazioni a livello di pathway di trasduzione del segnale implicati in crescita, migrazione, sviluppo e differenziamento cellulare**, quali il pathway di Wnt, Notch, Hedgehog, TGF- $\beta$ , Hippo-YAP, STAT-3, PTEN e così via.

➤ **Instabilità genomica:** CST sono capaci di accumulare diverse mutazioni nel loro DNA e di tramandarle alle generazioni successive, a causa di alterazioni nei meccanismi di riparazione

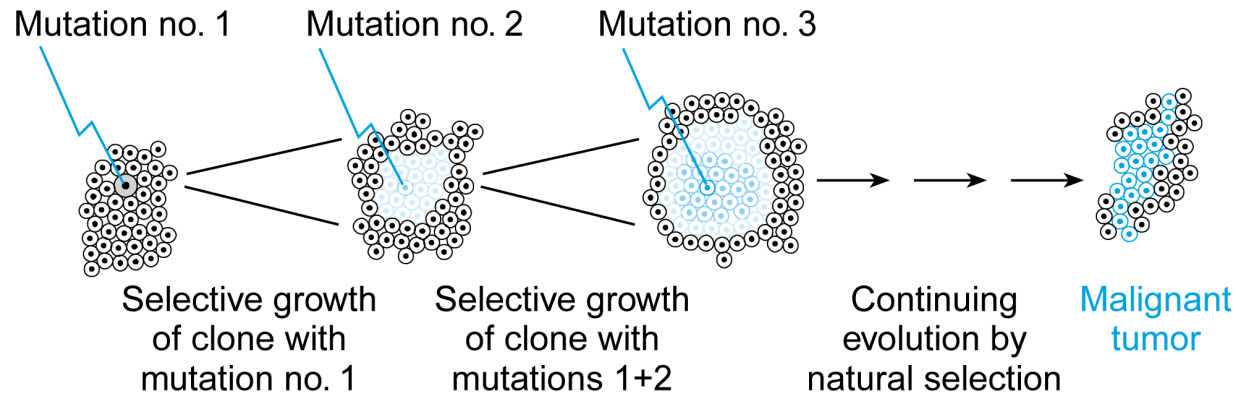
➤ **Capacità di resistere ai principali trattamenti terapeutici**



Dick John E. Stem cell concepts renew cancer research, Blood 2008

# Meccanismi di Progressione & Eterogeneità

- Alcune mutazioni aumentano la proliferazione cellulare creando una popolazione di cellule target per la successiva mutazione
- Alcune mutazioni coinvolgono la stabilità dell'intero genoma, sia a livello del DNA che a livello cromosomico, aumentando il tasso di mutazione complessivo
- Le mutazioni colpiscono i geni che controllano il CICLO CELLULARE, le VIE di SEGNALE o le VIE APOPTOTICHE delle cellule



Diversi tipi di mutazioni sono responsabili del cancro e della sua progressione:

- ✓ mutazioni “ACQUISIZIONE DI UNA FUNZIONE” di proto-oncogeni
- ✓ mutazioni “PERDITA DI UNA FUNZIONE” di geni oncosoppressori
- ✓ TRASLOCAZIONI CROMOSOMICHE >>>>>> geni chimerici

# Eterogeneità

**Durante la storia naturale dei tumori insorge una eterogeneità cellulare, nonostante l'origine monoclonale**

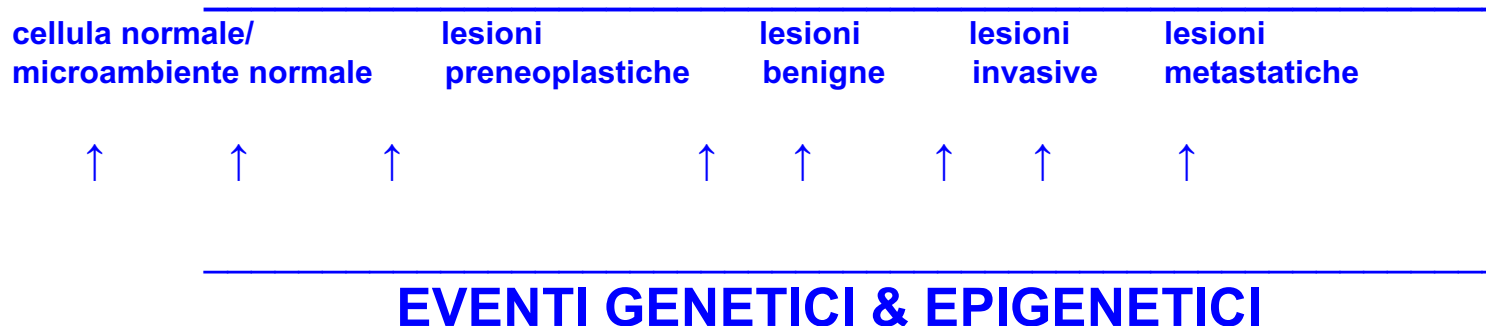
**Eterogeneità intratumorale nell'espressione di molte caratteristiche**

- ✓ **Cariotipo**
- ✓ **Caratteristiche morfologiche**
- ✓ **Sensibilità agli ormoni**
- ✓ **Caratteristiche differenziative**
- ✓ **Recettori**
- ✓ **Sensibilità ai farmaci**
- ✓ **Immunogenicità**
- ✓ **Sensibilità a difese dell'ospite**
- ✓ **Capacità metastatica**



# Progressione tra genetica & ambiente

**Sequenza di eventi genici e non-genetici che colpiscono una cellula fornendole le competenze per la malignità e la resistenza a terapie**



- **In una cellula si accumulano attivazione di oncogeni, inattivazione di geni oncosoppressori, e alterazioni di geni coinvolti nella malignità**
- **Implicazioni cliniche: prevenzione, diagnosi precoce, terapia**



# Caratteristiche delle neoplasie benigne e maligne: Criteri di Classificazione & Associato comportamento biologico

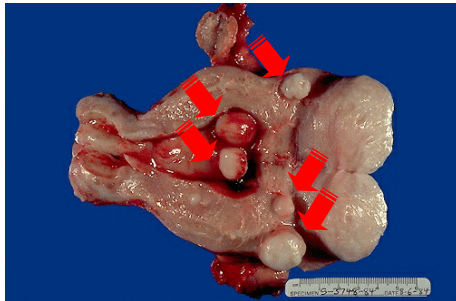
Sviluppo  
Velocità di crescita  
Mitosi  
Nuclei  
Differenziamento  
Atipie citologiche  
Capsula  
Danno ai tessuti limitrofi  
Metastasi  
Recidiva  
Effetto clinici  
Cachessia  
Terapia

## T. Benigni

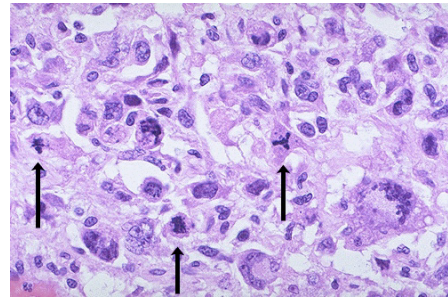
Espansivo  
Lenta  
Scarse  
Piccoli, uniformi  
Buono  
Assenti  
Presente  
Da compressione  
Assente  
Assente  
Secrezione ormoni  
Assente  
Rimozione

## T. Maligni

Infiltrativo  
Rapida  
Numerose  
Grandi, pleomorfi  
Atipico, ridotto  
Presenti  
Assente / Desmoplasia  
Da sostituzione  
Presente  
Presente  
Secrezione ormoni  
Presente  
Rimozione +  
Chemio/Radio

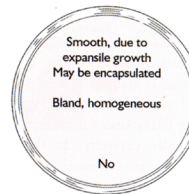
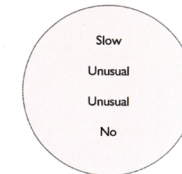


Le neoplasie benigne possono essere multiple e ben circoscritte.



Tre mitosi anomale in un campione istologico di tumore maligno. Usualmente si osservano rare divisioni mitotiche in campioni di tumori benigni.

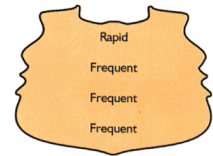
### Benign



### Malignant

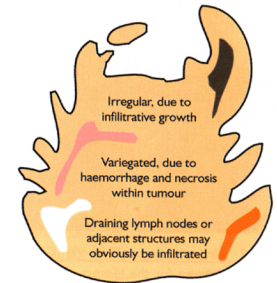
#### Clinical features

Growth  
Ulceration  
Haemorrhage  
Evidence of metastasis



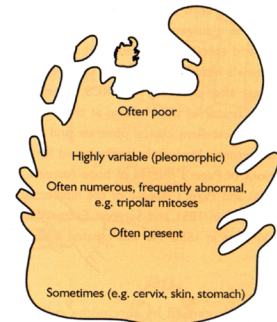
#### Gross appearance

Tumour edge  
Cut surface  
Evidence of secondary spread



#### Microscopical features

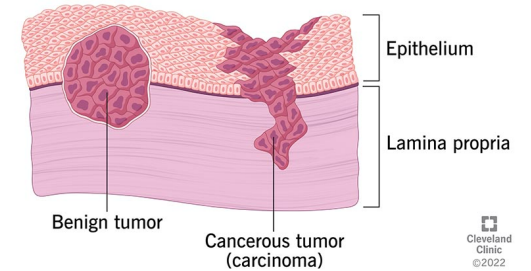
Resemblance to tissue origin  
Cell size and shape  
Mitotic figures  
Invasion of blood vessels /lymphatics/perineural space  
Dysplasia in adjacent tissues



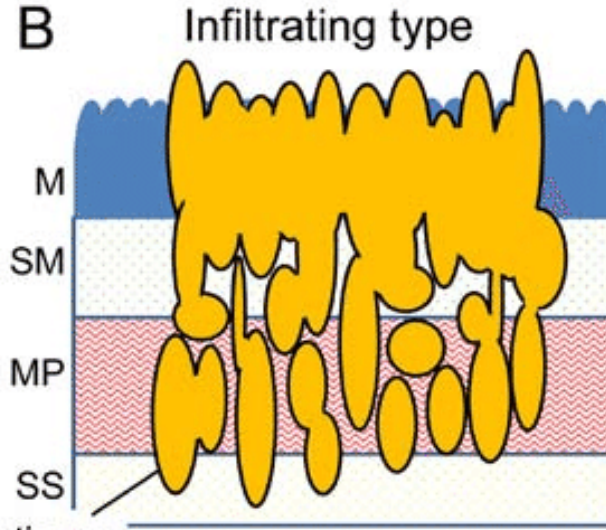
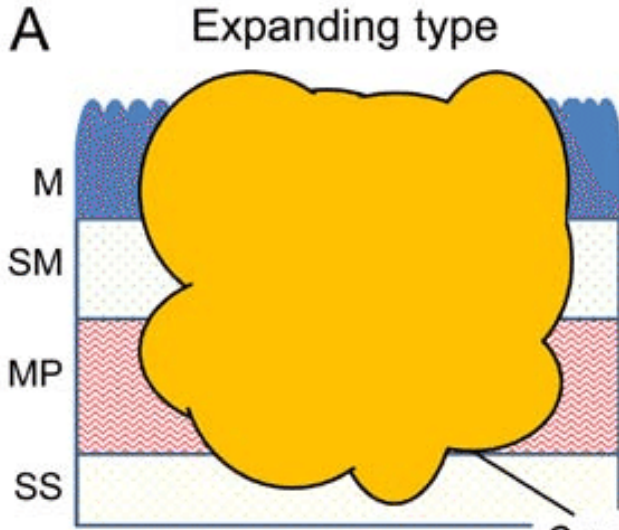
# Crescita Espansiva vs Infiltrativa

## Benigna

## Maligna



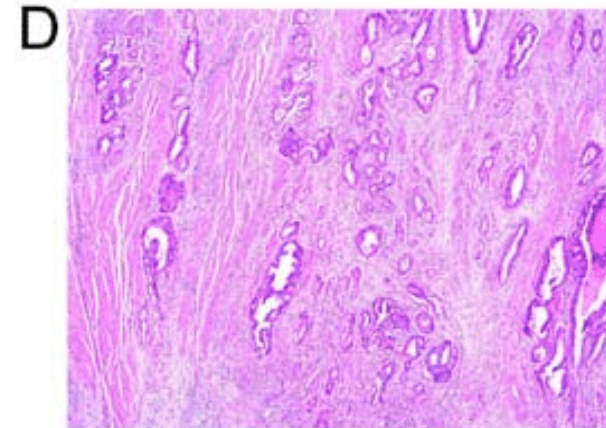
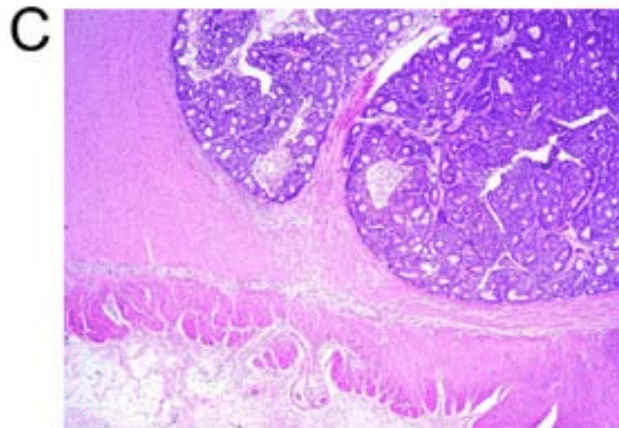
Cleveland Clinic ©2022



**Modello di crescita espansivo con un bordo liscio e uniforme**

**Vs**

**Modello di crescita infiltrativo con gruppi di cellule tumorali separate**

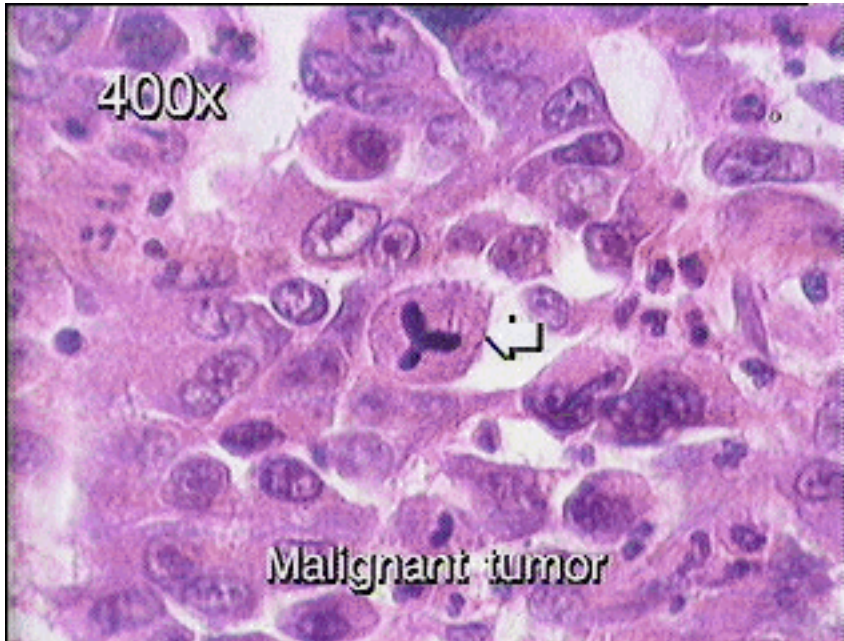


# Velocità di crescita

- ❖ **La maggior parte dei tumori benigni cresce lentamente**
- ❖ **La maggior parte dei tumori maligni cresce rapidamente, ad andamento variabile**
- ❖ **Velocità di accrescimento tanto più alta quanto minore è il grado di differenziamento**
- ❖ **Nonostante la crescita rapida, i tumori di solito impiegano anni per diventare clinicamente evidenti**
- ❖ **La crescita rapida può portare alla necrosi**

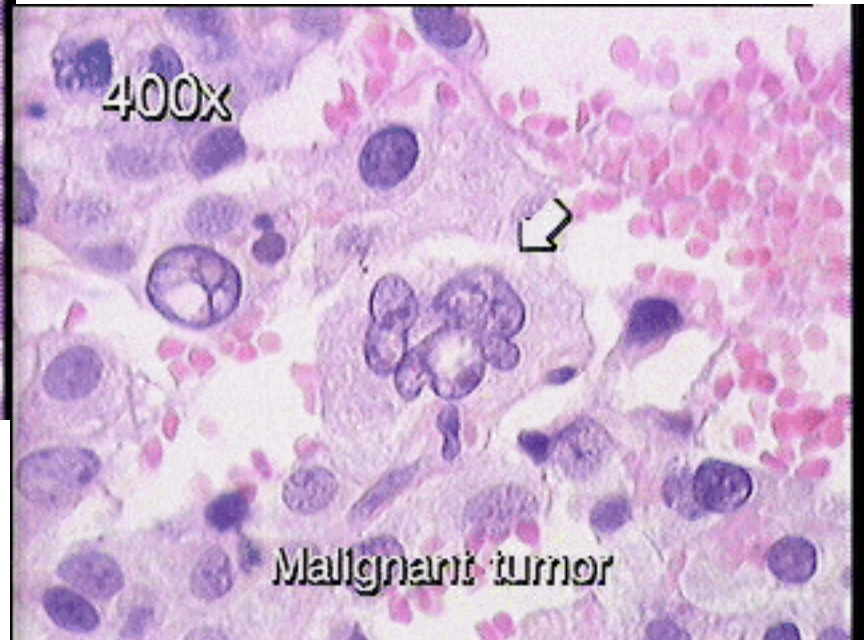


## Aumento indice mitotico



Le neoplasie maligne  
contengono spesso cellule  
in mitosi visibili.

Possano essere tripolari

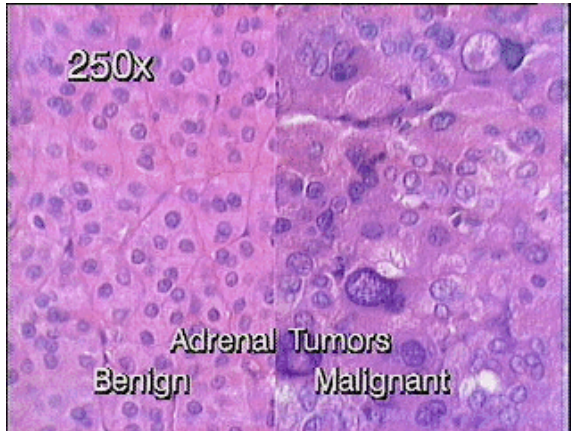


Le neoplasie maligne  
possono presentare cellule  
multinucleate

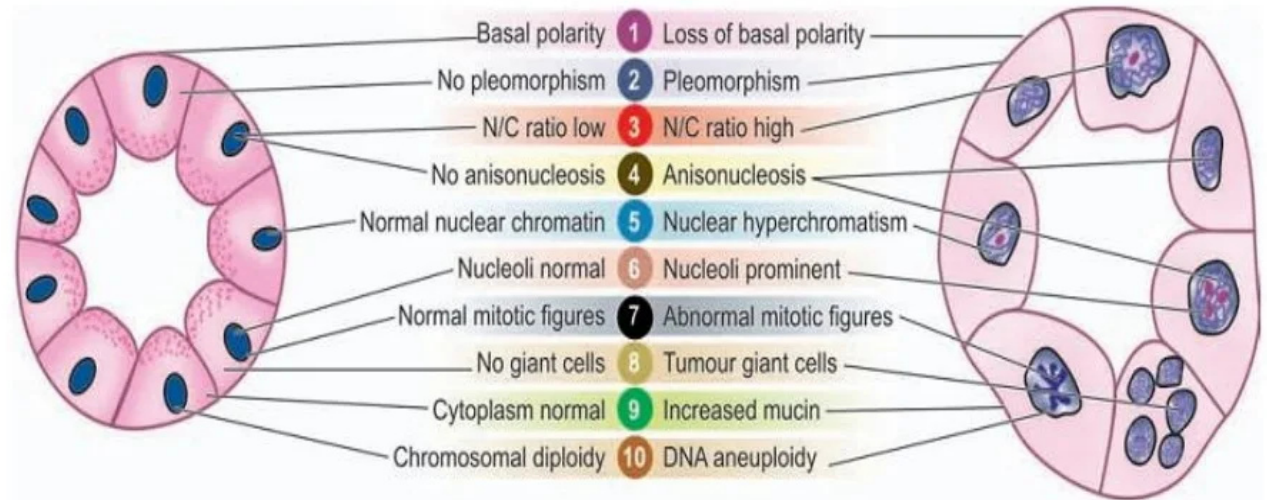
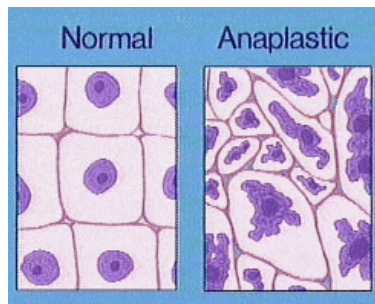
# Anaplasia

gr. *anáplasis* 'ricostituzione' => ritorno delle cellule al loro stato primitivo

Perdita delle caratteristiche morfologiche e funzionali delle cellule del tessuto originale, osservabile nei tumori maligni.



- Perdita della polarità di crescita
- Eterogeneità della forma e dimensioni (pleomorfismo)
- Aumento rapporto nucleo/citoplasma
- Pleomorfismo nucleare
- Aumento nucleoli
- Ipercromia della cromatina



A, NORMAL MORPHOLOGY

B, CYTOMORPHOLOGY IN CANCER

# Atipie

Differenze di ogni genere che esistono tra cellule normali e cellule neoplastiche

- ❖ **Atipie morfologiche** (diversità di forma rispetto ai tessuti normali corrispondenti)
- ❖ **Atipie biochimiche e comportamentali** (adesione intracellulare, motilità e dei rapporti cellula matrice)
- ❖ **Atipie citologiche** (alterazioni di strutture ed organuli subcellulari)
- ❖ **Atipie istologiche** (alterazione dell'architettura tissutale)

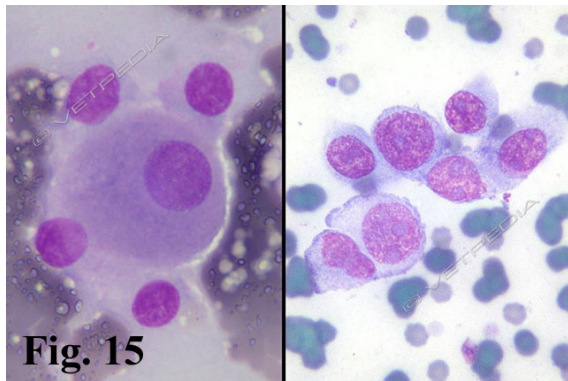
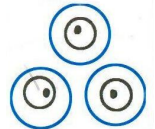


Fig. 15

## Benigno

- dimensioni e forma regolari
- membrana nucleare liscia e uniforme
- cromatina distribuita in modo omogeneo
- nucleoli rotondi, singoli e poco evidenti
- rapporto N/C basso, per es. 1:4



## Maligno

- grande variabilità di forma e dimensioni (pleomorfismo)
- membrana nucleare con irregolarità di forma e spessore, spesso con incisure
- distribuzione disomogenea della cromatina
- nucleoli di varia forma e grandezza, spesso multipli ed evidenti
- rapporto N/C alto, per es. 1:1



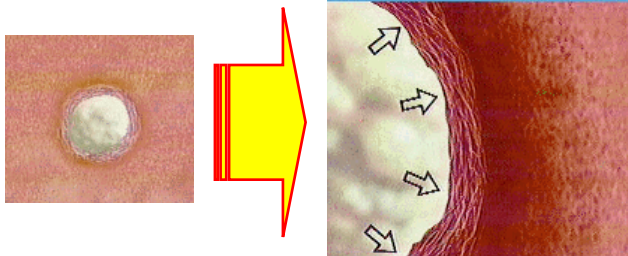


# Capsula e Desmoplasia

## Benigni

### Capsula

Tumori benigni (masse ben delimitate) possono essere circondati da una **capsula di tessuto connettivo**, che le rende incapaci di infiltrare i tessuti circostanti, per cui rimangono limitate nell'organo in cui si è sviluppato il tumore.



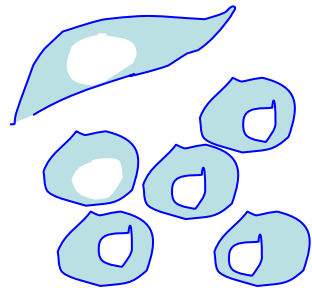
## Maligni

### Desmoplasia

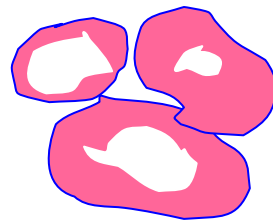
(dal greco desmos, "legame, connettivo", e plasia, "formazione")  
**formazione di tessuto connettivo in risposta ai tumori.**

- Desmoplasia è associata a un cattivo esito clinico nei pazienti con cancro.
- È considerata una risposta alla presenza di cellule tumorali invasive.
- È il risultato di cambiamenti coordinati in diverse cellule stromali sotto il controllo di un singolo prodotto genico (CD36) la cui repressione porta a una diminuzione dell'accumulo di grasso e un aumento della deposizione di matrice.

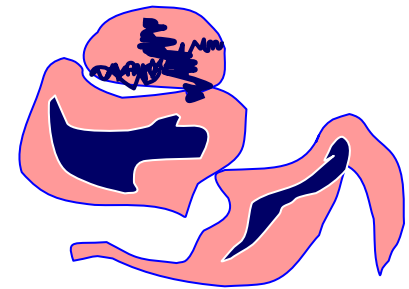
# Gradazione & Stadiazione delle neoplasie



Basso grado



Moderato



Alto



# Stadio di un tumore

## Rappresentazione sintetica dell'estensione anatomica del tumore

- ❖ Il modo più semplice e standardizzato per dire quanto il tumore sia grande e quanto sia diffuso nel momento in cui viene diagnosticato

## Perché é necessario definire lo stadio tumorale?

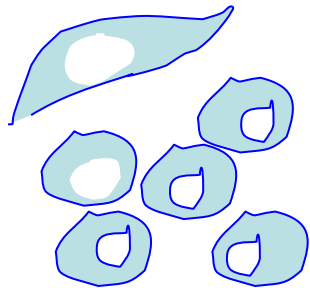
- ❖ Aiuta il clinico nel progettare il trattamento
- ❖ Fornisce elementi utili alla prognosi
- ❖ Aiuta nella valutazione dei risultati del trattamento
- ❖ Facilita lo scambio di informazioni tra i vari centri di cura

## Perché é necessario registrare lo stadio tumorale?

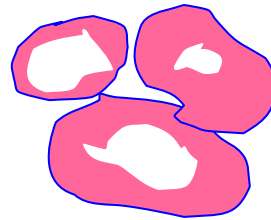
- ❖ Indispensabile nella valutazione di impatto degli screening
- ❖ Permette di effettuare valutazioni sulla qualità delle cure
- ❖ Fornisce informazioni più approfondite per interpretare i dati di sopravvivenza

# Gradazione

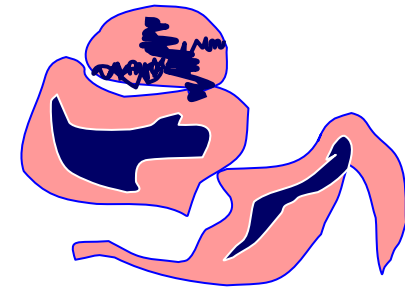
- ✓ **Grado di differenziazione (grading)** descrive quanto la neoplasia si discosta, nel suo aspetto istologico, dal tessuto normale da cui ha preso origine
- ✓ Si tratta, sempre, di un'indicazione che può essere data solo da un esame istologico
- ✓ Si applica a tutti i tumori solidi
- ✓ Basata sulle caratteristiche microscopiche (citologia o istologia)
- ✓ Da **Grado I** (ben differenziato) a **Grado IV** (molto anaplastico)
- ✓ 80% delle pazienti affette da carcinoma mammario **G I** sopravvive a 5 anni dalla diagnosi
- ✓ 20% delle pazienti affette da carcinoma mammario **G IV** sopravvive a 5 anni dalla diagnosi
- ✓ Altri fattori, oltre a quelli che determinano la morfologia, intervengono ad influenzare il comportamento biologico del tumore



Basso grado



Moderato



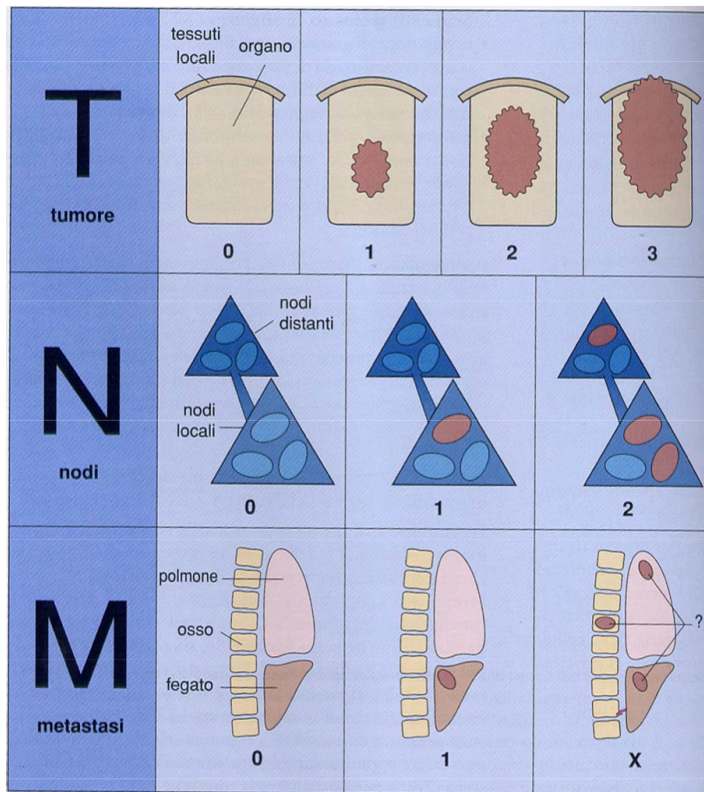
Alto

## **Gradazione (in classificazione pTMN)**

- ✓ **G (1-4)**      **grado di differenziazione**
  - **G1:**      **Grado di differenziazione elevato**
  - **G2:**      **Grado di differenziazione medio**
  - **G3:**      **Grado di differenziazione basso**
  - **G4:**      **Indifferenziato**
  - **GX:**      **Grado di differenziazione non definibile**
  
- ✓ **L (0-2,X)**      **Invasione Linfatica (assenza/presenza dell' invasione linfatica)**
  
- ✓ **V (0-2,X)**      **Invasione Venosa (assenza/presenza emboli neoplastici)**

# Stadiazione

- ❖ Sistema TNM (universalmente accettato) ⇔ Estensione di un tumore
- ❖ Riflette il grado di diffusione di una neoplasia
- ❖ Assegnata al momento della diagnosi e può essere aggiornata



**T.** Si riferisce al tumore primario. Il numero che lo accompagna denota la grandezza del tumore e la sua estensione locale.

**N.** Si riferisce al numero delle linfoghiandole interessate; un numero elevato denota un grado più elevato di interessamento.

**M.** Si riferisce all'estensione delle metastasi a distanza.

# Stadiazione

## T (1-4) Estensione del Tumore Primitivo

- TX Tumore primitivo non definibile
- T0 Tumore primitivo non evidenziabile
- Tis Carcinoma in situ
- T1, T2, T3, T4 Aumento delle dimensioni e/o dell'estensione locale del tumore primitivo

## N (0-4) Linfonodi regionali

- NX linfonodi regionali non valutabili
- N0 linfonodi regionali liberi da metastasi
- N1, N2, N3 Aumento dell'interessamento dei linfonodi regionali

## M Metastasi a distanza

- M 0 Assenza di metastasi a distanza
- M 1 Presenza di metastasi a distanza
- M X Metastasi a distanza non accertabili

polmonari	PUL	Midollo osseo	MAR
ossee	OSS	pleura	PLE
epatiche	HEP	peritoneo	PER
cerebrali	BRA	surrene	ADR
linfonodali	LYM	cute	SKI
altre	OTH		

# Stadi dei Tumori

❖ **STADIO 1 = T1 N0 M0**

Tumore circoscritto, esente da coinvolgimento dei linfonodi e da metastasi

❖ **STADIO 2 = T2 N1 M0**

Tumore circoscritto, con interessamento dei linfonodi ed esente da metastasi

❖ **STADIO 3 = T3 N2 M0**

Tumore infiltrante i tessuti circostanti, con interessamento dei linfonodi juxtaregionali ma esente da metastasi

❖ **STADIO 4 = T4 N3 M1**

Tumore esteso, con ampio interessamento dei linfonodi e presenza di metastasi

## Analisi per determinare lo stadio del tumore

Per determinare lo stadio di un tumore sono necessari gli esiti di diverse analisi:

- ❖ **Analisi dei sintomi e un'anamnesi accurata** possono fornire le prime indicazioni sulla posizione del tumore primario;
- ❖ **Esami di laboratorio**, forniscono indicazioni sulla modalità con cui il tumore influenza il normale funzionamento dell'organismo;
- ❖ **Diagnostica per immagini** (raggi X, TAC, risonanza magnetica, ecc...), consentono di determinare l'estensione del tumore e la presenza e localizzazione di un'eventuale metastasi;
- ❖ **Biopsie percutanee o endoscopiche** (si preleva una parte di tessuto colpito dal tumore e si analizzano le cellule che lo compongono, permettendo così di individuare la natura del tumore).

## Cause di Mortalità

- ✓ **Metastasi**
- ✓ **Rottura entro un vaso**
- ✓ **Infezione**
- ✓ **Compressione di organi vitali**
- ✓ **Insufficienza organica**

## Prognosi

Predizione dell'evoluzione

Criteri differenti per ciascun tipo di tumore

Gradiazione, stadiazione, criteri istologici

Caratteristiche proprie del paziente