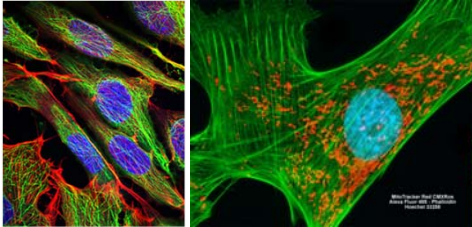


<http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/galleries/cells/index.html>

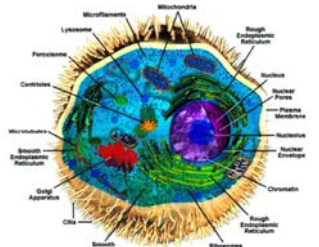


## Introduzione al Citoscheletro

Biotecnologie

- Le **cellule animali** sono cellule eucariotiche caratteristiche, racchiuse da una membrana plasmatica e contenenti un nucleo circondato da una membrana e organelli.
- Al contrario delle cellule degli altri regni eucarioti (piante e funghi) le **cellule animali NON** contengono una parete cellulare.

## La struttura della cellula animale (1)



<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/animalcell.html>

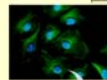
## La struttura della cellula animale (2)

- La mancanza di una parte cellulare rigida ha permesso agli animali di sviluppare una **maggiore diversità di tipi cellulari e organi**.
- Cellule specializzate che formano i nervi e i muscoli – tessuti che le piante non sono state in grado di sviluppare – hanno dato a questi organismi la **mobilità**.
- La capacità di muoversi mediante l'uso di tessuti muscolari specializzati è il marchio caratteristico del regno animale.
- I Protozoi (organismi eucarioti unicellulari) si muovono, ma non tramite strutture muscolari, bensì mediante **cilia, flagelli** o **pseudopodi**.

<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/animalcell.html>

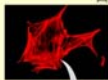
### Table 7.2 The Structure and Function of the Cytoskeleton

Property	Microtubules	Microfilaments (Actin Filaments)	Intermediate Filaments
Structure	Hollow tubes; wall consists of 13 columns of tubulin molecules	Two intertwined strands of actin	Fibrous proteins supercoiled into thicker cables
Diameter	25 nm with 15-nm lumen	7 nm	8–12 nm
Protein subunits	Tubulin, consisting of $\alpha$ -tubulin and $\beta$ -tubulin	Actin	Use of several different proteins of the keratin family, depending on cell type
Main functions	Maintenance of cell shape (compression-resistant "scaffolds") Cell motility (as in cilia or flagella) Chromosome movements in cell division Organelle movements	Maintenance of cell shape (tension-bearing elements) Changes in cell shape Muscle contraction Cytoplasmic streaming Cell motility (as in pseudopods) Cell division (cleavage furrow formations)	Maintenance of cell shape (tension-bearing elements) Anchorage of nucleus and certain other organelles Formation of nuclear lamina



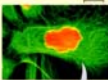
10  $\mu$ m  
25 nm

Tubulin dimer



10  $\mu$ m  
7 nm

Actin subunit



5  $\mu$ m  
10 nm

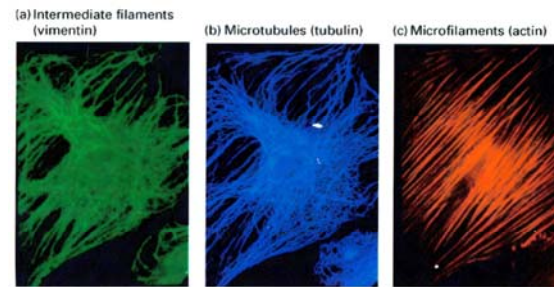
Protein subunits  
Fibrous subunits

www: Adapted from W. M. Becker, L. J. Kinoshita, and E. Huxley, The World of the Cell, 4th ed. (San Francisco, CA: Benjamin Cummings, 2000), p. 733.  
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

## Citoscheletro

✚ Complessa e dinamica rete proteica formata da tre strutture filamentose distinte ma interconnesse strutturalmente:

- Microfilamenti
- Microtubuli
- Filamenti intermedi

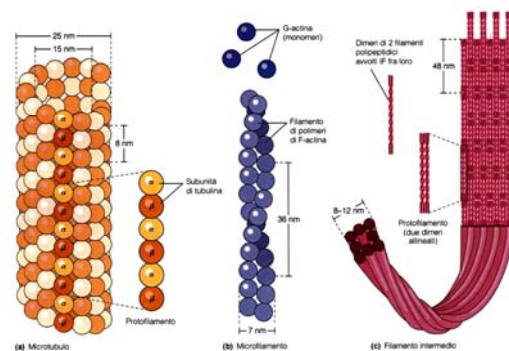


La distribuzione cellulare dei filamenti intermedi e dei microtubuli è simile

## Note sulla dinamica del citoscheletro

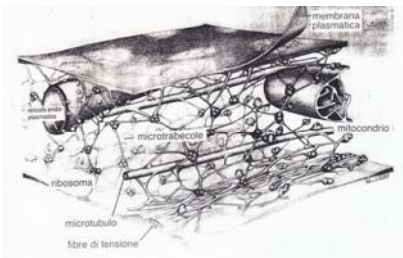
- ✚ **Proteine:** polimeri di amminoacidi legati covalentemente (**legami** peptidici; **forti, molto stabili**).
- ✚ Citoscheletro: polimeri di proteine (sintetizzate in ribosomi liberi nel citosol) collegate da legami **non-covalenti** (**più deboli, maggiore possibilità di riorganizzazione rapida e di flessibilità**).

## Microtubuli      Microfilamenti      Filamenti intermedi



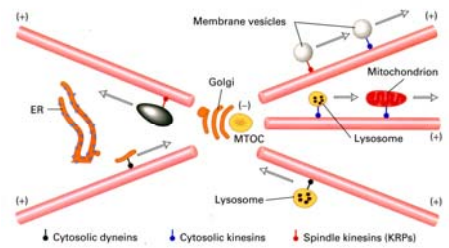
### Funzioni del citoscheletro (1)

- ✚ Fornire un **supporto strutturale**
- ✚ Fornire una **impalcatura interna** che **determina la posizione dei vari organelli all'interno della cellula.**



### Funzioni del citoscheletro (2)

- ✚ Collaborare ai meccanismi necessari al **movimento di organelli e vescicole nelle cellule.**

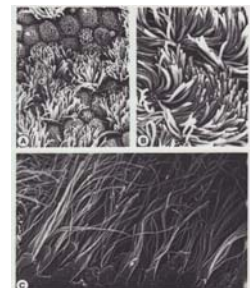
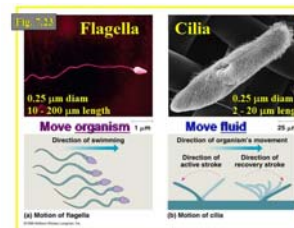


«Il citoplasma è incredibilmente dinamico e simile ad un'autostrada organizzata ma molto occupata con motori attivamente traghettando componenti in tutte le direzioni» (Lodish et al., 7° ed.)



### Funzioni del citoscheletro (3)

- ✚ Agire come elementi **generatori di forza** che determinano il **movimento dell'intera cellula** o di **alcune regioni di una cellula.**



Filamenti di actina e movimento cellulare

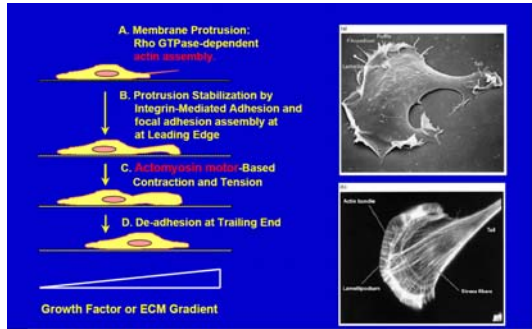
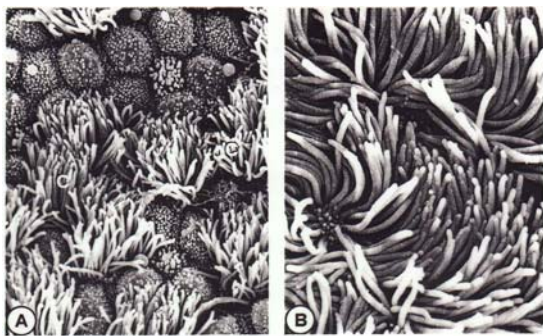
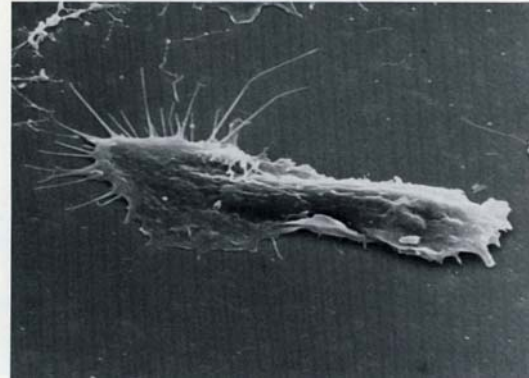
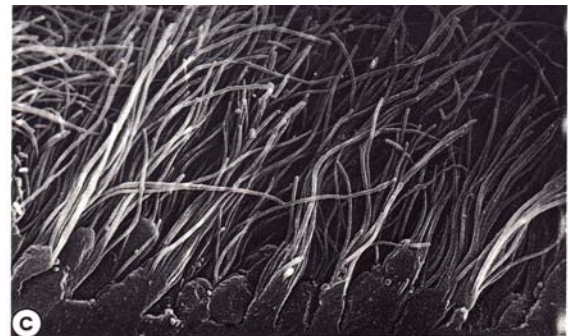


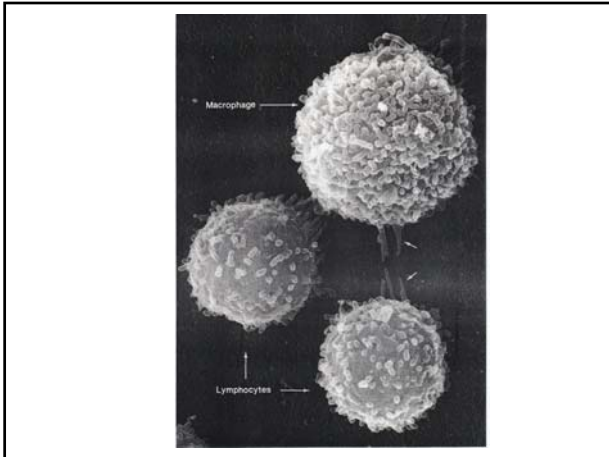
Figure 42. A human neutrophil crawling across a glass surface, from left to right (SEM).



**Cilia**, trachea (sostegno interno che permette alle cilia di muoversi: **assonema di microtubuli, dineina**, ecc.)

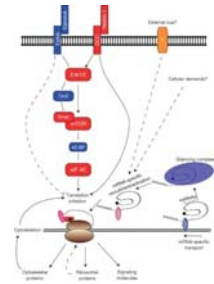


**Stereocilia**, cellule «capellute» dell'orecchio interno (sostegno interno: **microfilamenti di actina**)



### Funzioni del citoscheletro (4)

- ✚ Servire come **sito di ancoraggio per gli RNA messaggeri**, facilitandone la traduzione in polipeptidi.



Jung H, Holt CE. Local translation of mRNAs in neural development. Wiley Interdiscip Rev RNA. 2:153-165, 2011.

### RUOLO DELLE PROTEINE ASSOCIATE AL CITOSCHELETRO -1

- ✚ All'interno delle cellule, centinaia di **proteine accessorie associate al citoscheletro** regolano la **distribuzione spaziale** e il **comportamento dinamico** dei filamenti.
- ✚ Queste proteine accessorie si legano ai filamenti oppure alle loro sub-unità per:
  - Determinare il **sito di assemblaggio** dei nuovi filamenti
  - Regolare la **ripartizione** delle proteine fra **filamenti polimerici** e **subunità monomeriche**
  - **Alterare la cinetica di assemblaggio e disassemblaggio** dei filamenti
  - Fornire **energia** per generare **forza**
  - **Collegare i filamenti gli uni agli altri o ad altre strutture cellulari** quali la membrana plasmatica o degli organelli

### RUOLO DELLE PROTEINE ASSOCIATE AL CITOSCHELETRO -2

- ✚ In questi processi le proteine accessorie portano le strutture citoscheletriche sotto il **controllo di segnali intracellulari o extracellulari**, ad es. dei segnali che scatenano le notevoli trasformazioni del citoscheletro durante il ciclo cellulare.
- ✚ Collaborando con diverse proteine accessorie permettono alle cellule eucariotiche di mantenere una **struttura interna altamente organizzata ma flessibile** e, in molti casi, di **muoversi**.

## MOVIMENTO CELLULARE

- ✚ Livelli subcellulare, cellulare e di organismo
- ✚ Richiede **ATP** (energia)
- ✚ Mediato dal **citroscheletro**
- ✚ **Assemblaggio e disassemblaggio** di fibre del citoscheletro (microfilamenti e microtubuli)
- ✚ **Proteine motore** usano le **fibre del citoscheletro** (microfilamenti e microtubuli) come **rotaie**

Mov\_1

[http://www.biology.arizona.edu/cell\\_bio/tutorials/cytoskeleton/page3.html](http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/cytoskeleton/page3.html)

### Movimenti interni alle cellule

#### Esempi:

Il citoscheletro funziona come delle "rotaie" sulle quali le cellule possono muovere organelli, cromosomi e altre strutture. Alcuni esempi sono:

- Movimento di vescicole fra organelli e la superficie cellulare, spesso studiati nell'assone gigante del calamaro.
- Correnti citoplasmatiche
- Movimento di vescicole di pigmento per la colorazione protettiva della pelle
- Discarica dei contenuti delle vescicole durante i processi di regolazione del contenuto in acqua nei protozoi
- Divisione cellulare – citocinesi
- Movimenti dei cromosomi durante la mitosi e la meiosi

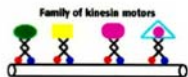
Mov\_2

### Motori cellulari

Le cellule possiedono motori fatti da proteine che legano due molecole e, usando l'ATP come energia, provocano il movimento di una delle molecole rispetto all'altra. Tipi di proteine motore:

- **Miosine**, che provocano movimenti associati all'actina
- **Dineine o chinesine**, che si muovono lungo i microtubuli

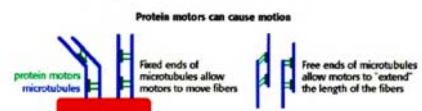
Queste famiglie di proteine hanno tutte un'estremità che fa da motore, ma possono legarsi dall'altra estremità a diversi tipi di strutture molecolari. Quando queste proteine si legano, possono provocare i movimenti di diversi organelli, molecole, ecc.



La famiglia delle chinesine ha la possibilità di trasportare diversi tipi di organelli

Mov\_3

Quando si legano ad altri microtubuli, i motori proteici possono provocare movimento se le estremità sono fisse (ad es. Nelle ciglia o nei flagelli), oppure aumentare la lunghezza delle fibre se le loro estremità sono libere (es. Nel fuso mitotico, anafase e telofase).



Mov\_4

[http://www.biology.arizona.edu/cell\\_bio/tutorials/cytoskeleton/page2.html](http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/cytoskeleton/page2.html)

### MOVIMENTI ESTERNI DELLE CELLULE

#### Movimento cellulare

- Il movimento delle cellule é svolto da **ciglia e flagelli**
- Le **ciglia** sono strutture somigliante a capelli che possono avere un battito in sincronia; questo provoca il movimento degli **organismi unicellulari eucarioti ciliati** come il paramecio.

### PROTEINE MOTORE

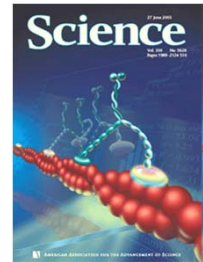
✚ “Caminano” o scivolano lungo le fibre del citoscheletro:

- **Miosina** sui **microfilamenti**
- **Chinesina e dineina** sui **microtubuli**

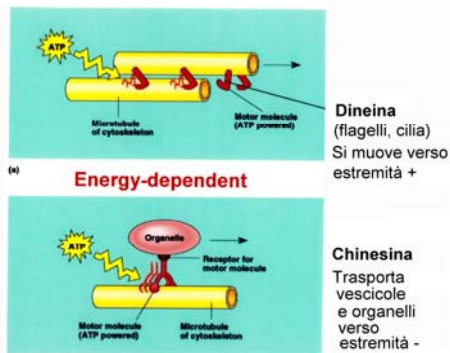
✚ Usano l’energia dell’idrolisi dell’ATP

✚ Fibre del citoscheletro:

- Servono come rotaie per trasportare organelli o vescicole
- Scivolano una rispetto all’altra

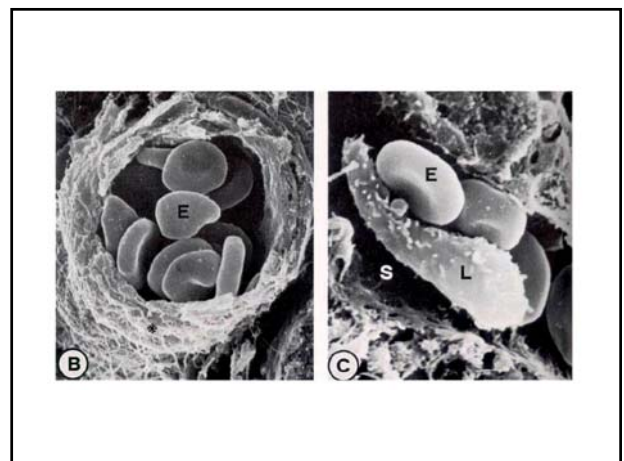
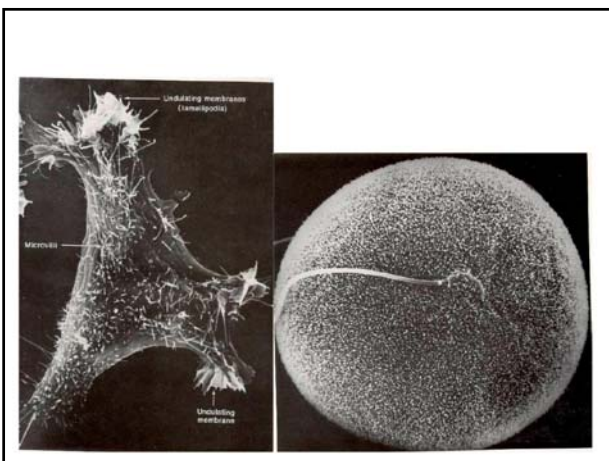
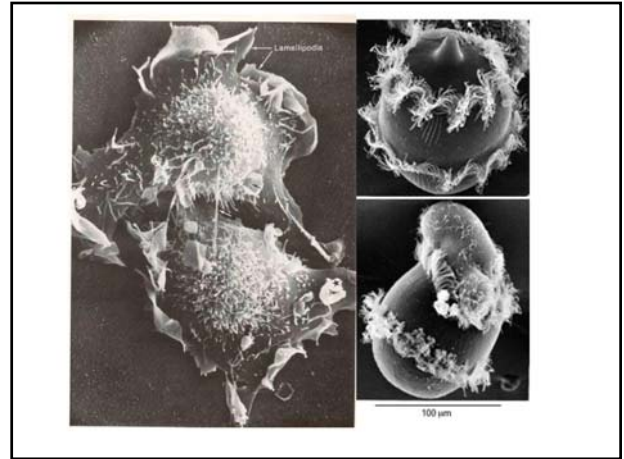
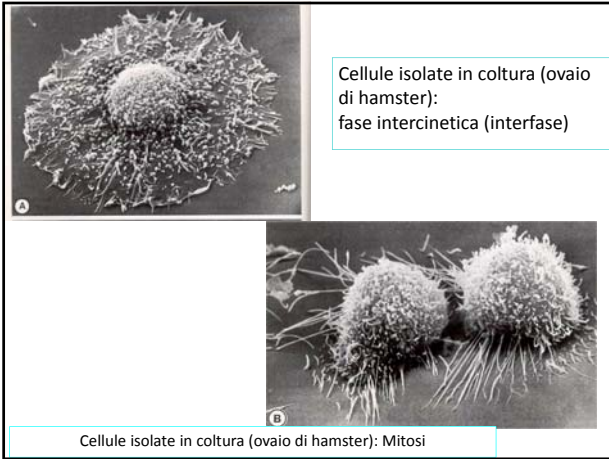


Molti organelli hanno proteine motore collegate

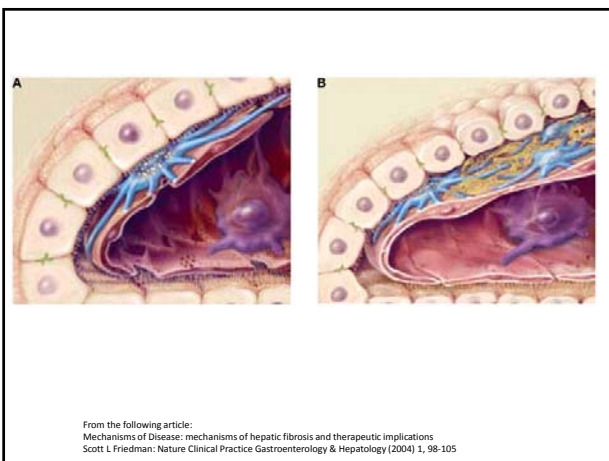
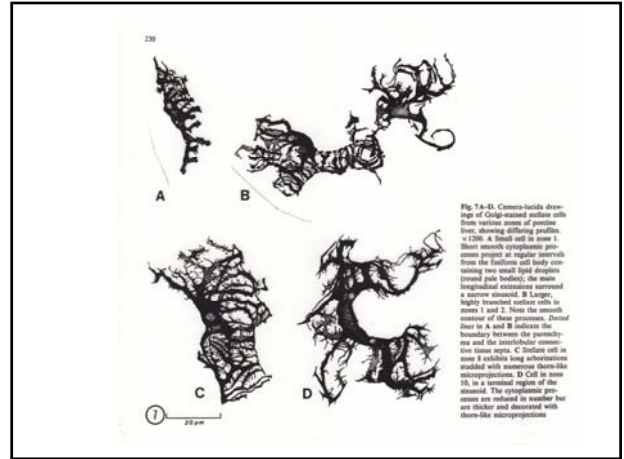
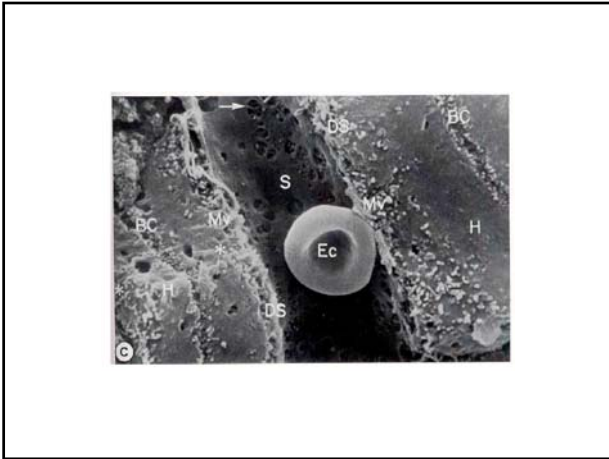


Membrana plasmatica & Citoscheletro

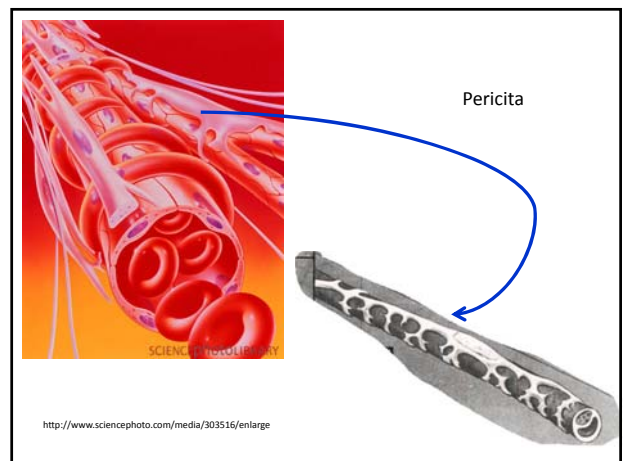
### ESTROFLESSIONI, PLASTICITA' E DINAMICITA'







From the following article:  
 Mechanisms of Disease: mechanisms of hepatic fibrosis and therapeutic implications  
 Scott L Friedman: Nature Clinical Practice Gastroenterology & Hepatology (2004) 1, 98-105



<http://www.sciencelibrary.com/media/303516/enlarge>