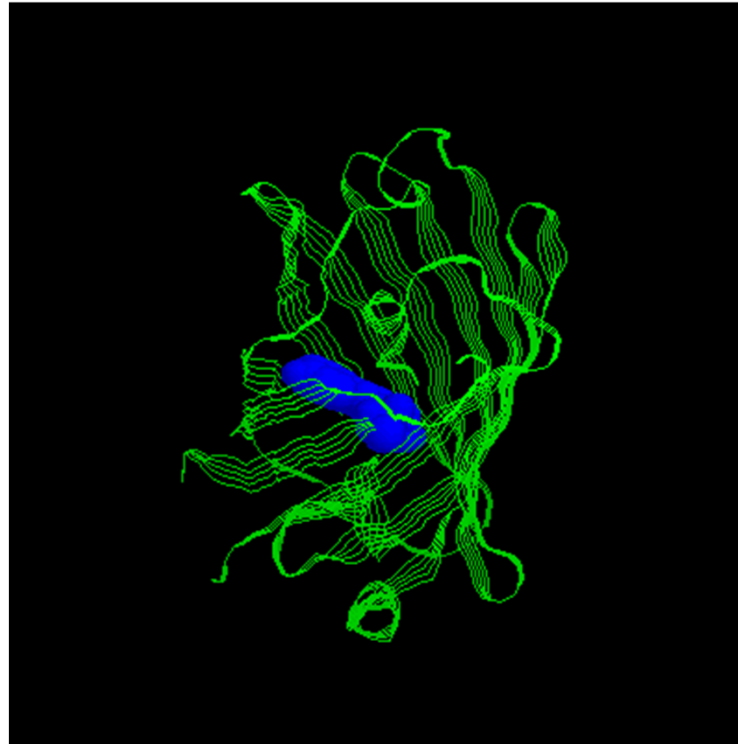
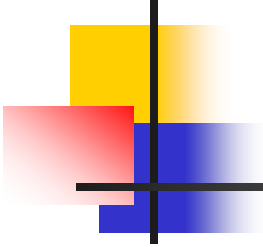


Δομή και λειτουργία πρωτεϊνών

Alberts, Κεφάλαιο 4

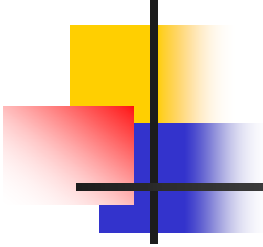


- Το κύριο δομικό συστατικό των κυττάρων.
- Το κύριο λειτουργικό μόριο



Πρωτεΐνες

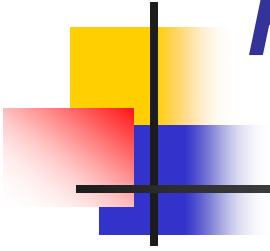
- **Κύριο συστατικό κυττάρου**
- **Δομικοί λίθοι αλλά και επιτελεστές λειτουργίας κυττάρου**
ένζυμα, μεταφορά, επικοινωνία, κίνηση, αποθήκευση, ρύθμιση
- **Περίπου 5000 διαφορετικές πρωτεΐνες σε κάθε ανθρώπινο κύτταρο**
 - **ορισμένες κοινές, άλλες εξειδικευμένες για τον συγκεκριμένο κυτταρικό τύπο**
 - **άλλες πολυπληθείς, άλλες σε λίγα αντίγραφα ανά κύτταρο**



Σκοπός

Να κατανοήσουμε

- Πώς μια πρωτεΐνη (μια σειρά από αμινοξέα) παίρνει την κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να επιτελέσει την λειτουργία της
- Πώς μια πρωτεΐνη αλλάζει ρυθμιζόμενα την στερεοδιαμόρφωσή της, ώστε να επιτελέσει τη λειτουργία της

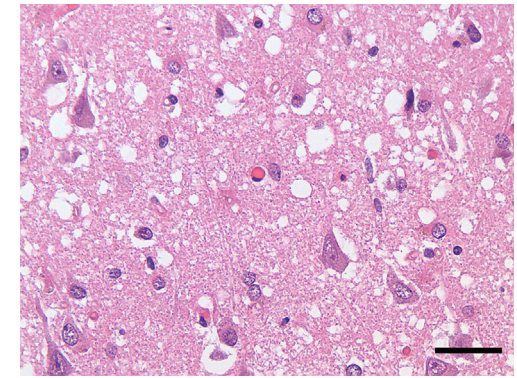


Η δομή των πρωτεϊνών καθορίζει τη λειτουργία τους

Υπάρχουν ασθένειες που να οφείλονται σε βλάβες στη δομή των πρωτεϊνών;

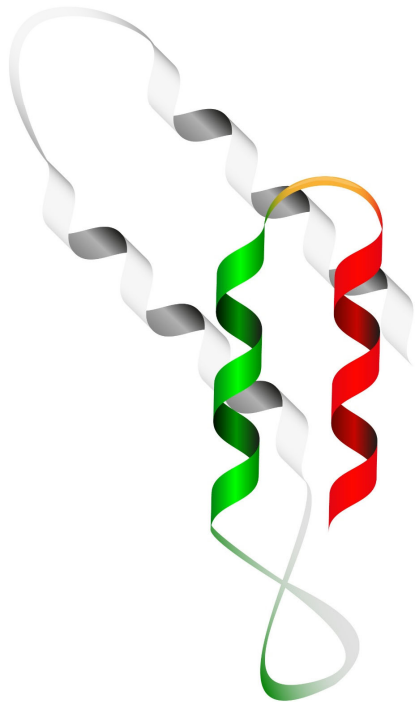


Σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια (Ασθένεια των τρελών αγελάδων, Creutzfeldt Jakob)



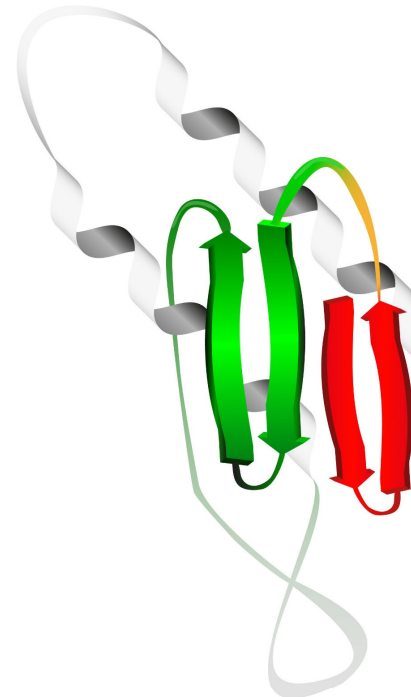
PrP^C

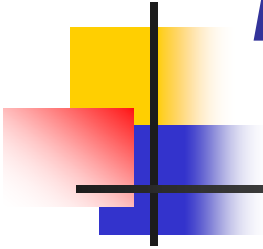
is a normal protein



PrP^{Sc}

the disease-causing form of the
prion protein

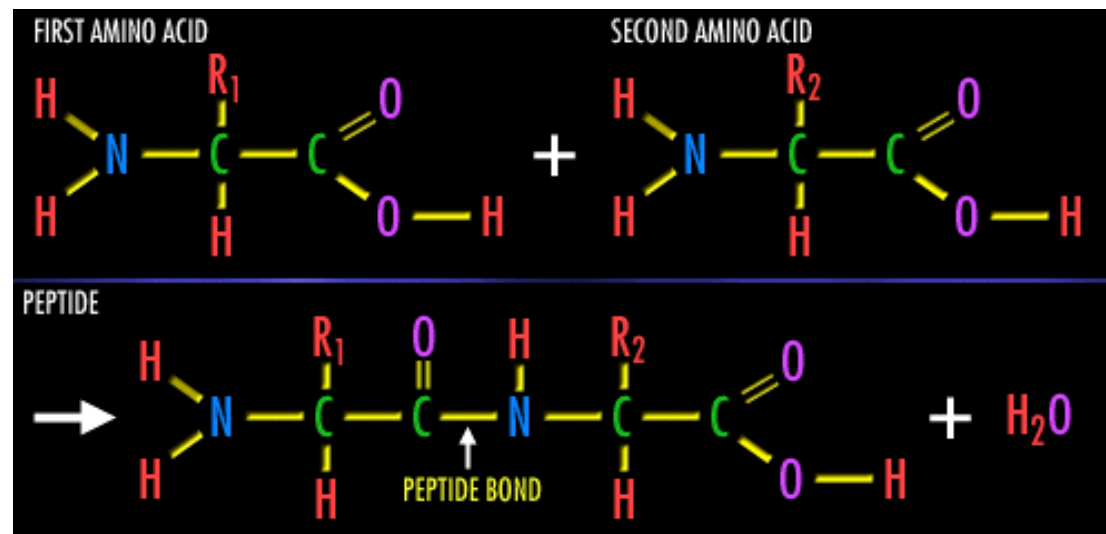
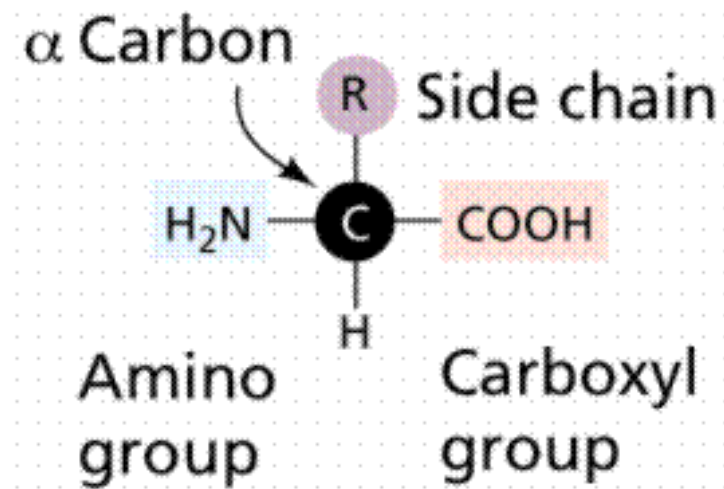




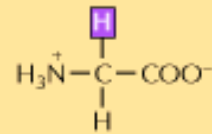
Η δομή των πρωτεϊνών καθορίζει τη λειτουργία τους

Πώς οι πρωτεΐνες αποκτούν την στερεοδιαμόρφωσή τους;

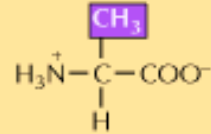
Δομικοί λίθοι πρωτεϊνών = Αμινοξέα



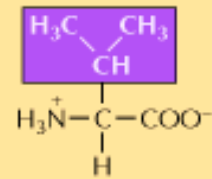
Nonpolar amino acids



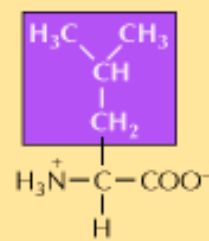
Glycine (Gly) G



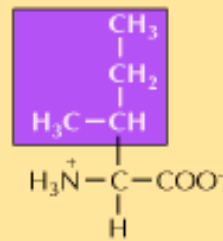
Alanine (Ala) A



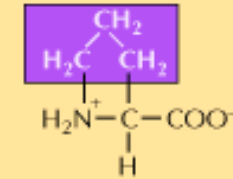
Valine (Val) V



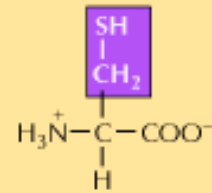
Leucine (Leu) L



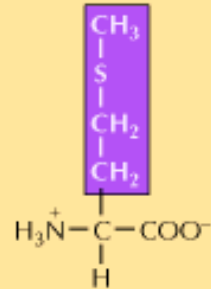
Isoleucine (Ile) I



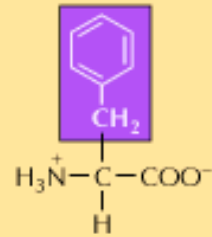
Proline (Pro) P



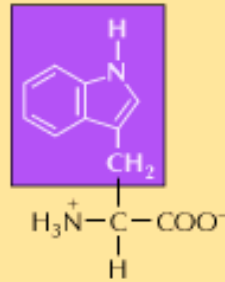
Cysteine (Cys) C



Methionine (Met) M

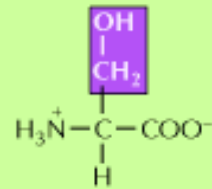


Phenylalanine (Phe) F

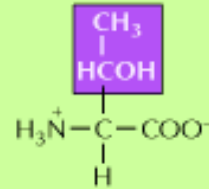


Tryptophan (Trp) W

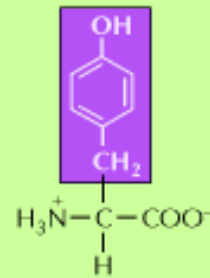
Polar amino acids



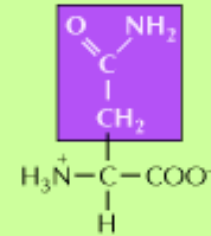
Serine (Ser) S



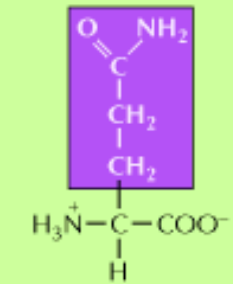
Threonine (Thr) T



Tyrosine (Tyr) Y

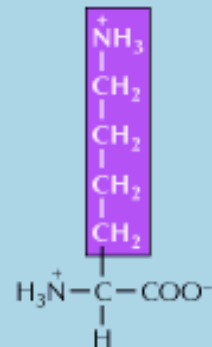


Asparagine (Asn) N

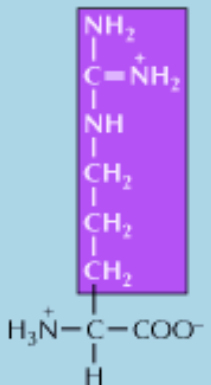


Glutamine (Gln) Q

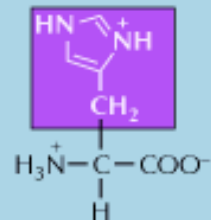
Basic amino acids



Lysine (Lys) K

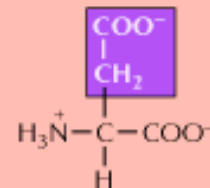


Arginine (Arg) R

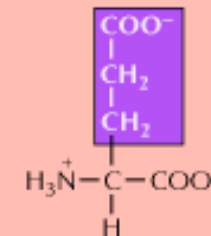


Histidine (His) H

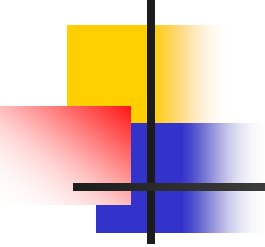
Acidic amino acids



Aspartic acid (Asp) D



Glutamic acid (Glu) E



Ερώτηση κρίσεως

Γιατί οι πρωτεΐνες επιλέχθηκαν εξελικτικά ως το κύριο δομικό και λειτουργικό συστατικό των κυττάρων;

AMINOΞΥ

ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Ασπαρτικό οξύ	Asp	D	Αρνητική
Γλουταμικό οξύ	Glu	E	Αρνητική
Αργινίνη	Arg	R	Θετική
Λυσίνη	Lys	K	Θετική
Ιστιδίνη	His	H	Θετική
Ασπαραγίνη	Asn	N	Μη φορτισμένη
Γλουταμίνη	Gln	Q	Μη φορτισμένη
Σερίνη	Ser	S	Μη φορτισμένη
Θρεονίνη	Thr	T	Μη φορτισμένη
Τυροσίνη	Tyr	Y	Μη φορτισμένη

ΠΟΛΙΚΑ AMINOΞΕΑ

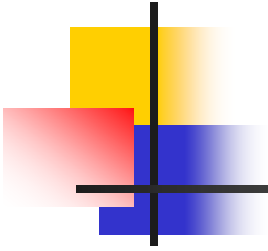
AMINOΞΥ

ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Αλανίνη	Ala	A	Μη πολική
Γλυκίνη	Gly	G	Μη πολική
Βαλίνη	Val	V	Μη πολική
Λευκίνη	Leu	L	Μη πολική
Ισολευκίνη	Ile	I	Μη πολική
Προλίνη	Pro	P	Μη πολική
Φαινυλαλανίνη	Phe	F	Μη πολική
Μεθειονίνη	Met	M	Μη πολική
Τρυπτοφάνη	Trp	W	Μη πολική
Κυστεΐνη	Cys	C	Μη πολική

ΜΗ ΠΟΛΙΚΑ AMINOΞΕΑ

Εικόνα 4-3. Είκοσι διαφορετικά αμινοξέα βρίσκονται συνήθως στις πρωτεΐνες. Δίνονται συντμήσεις του ονόματος (με 3 και 1 γράμμα), καθώς επίσης και ο χαρακτήρας της πλευρικής αλυσίδας. Υπάρχουν ίσοι αριθμοί πολικών (υδρόφιλων) και μη πολικών (υδρόφοβων) πλευρικών αλυσίδων, και οι μισές πολικές πλευρικές αλυσίδες διαθέτουν θετικό ή αρνητικό φορτίο.

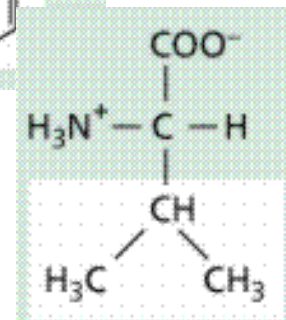
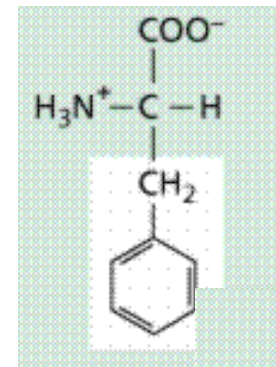


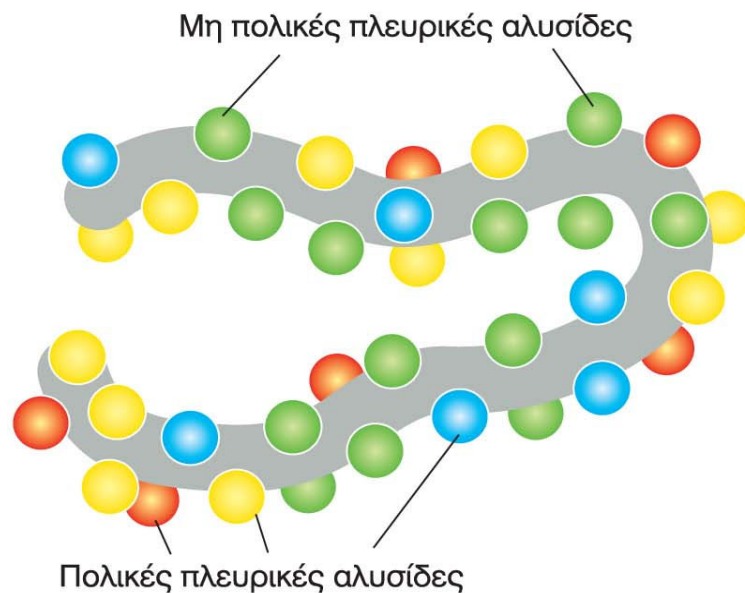
Ποια μεταλλαγή θα θεωρούσατε πιο πιθανό να οδηγήσει

σε ασθένεια:

***-Μεταλλαγή που οδηγεί σε αντικατάσταση λευκίνης
από ισολευκίνη
ή αντικατάσταση λευκίνης από γλουταμινικό;***

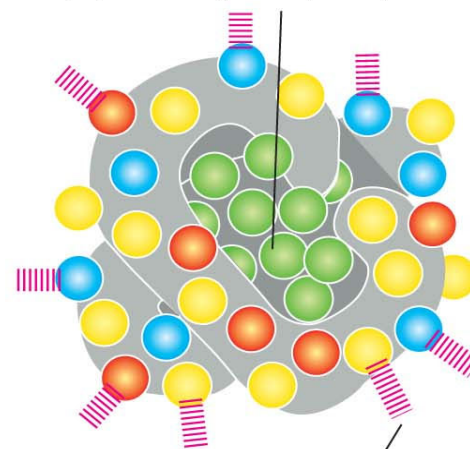
Οι πλευρικές αλυσίδες των αμινοξέων καθορίζουν την δομή και λειτουργία των πρωτεϊνών





Ξεδιπλωμένο πολυπεπτίδιο

Ο υδρόφοβος «πυρήνας» του μορίου περιέχει μη πολικές πλευρικές αλυσίδες

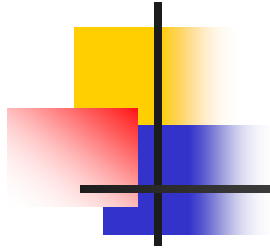


Δεσμοί υδρογόνου σχηματίζονται με τις πολικές πλευρικές αλυσίδες της εξωτερικής επιφάνειας της πρωτεΐνης

Διπλωμένο πολυπεπτίδιο σε υδατικό περιβάλλον

Εικόνα 4-5. Υδρόφοβες δυνάμεις βοηθούν τις πρωτεΐνες να πυχωθούν σε μια συμπαγή δομή. Οι πολικές πλευρικές αλυσίδες των αμινοξέων συνήθως συγκεντρώνονται στην εξωτερική επιφάνεια του μορίου, όπου έχουν τη δυνατότητα ν' αλληλεπιδράσουν με το νερό. Αντίθετα, οι μη πολικές πλευρικές αλυσίδες "κρύβονται" στο εσωτερικό του μορίου και σχηματίζουν έναν υδρόφοβο «πυρήνα» σφιχτά συσκευασμένων ατόμων που αποφεύγουν το νερό.

ΔΟΜΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ



- Κάθε πρωτεΐνη έχει συνήθως μία **μοναδική σταθερή διαμόρφωση** (διαμόρφωση ελάχιστης ελεύθερης ενέργειας)

- Η αμινοξική αλληλουχία περιέχει **όλη την πληροφορία για τη δομή** της πρωτεΐνης

- Η αμινοξική αλληλουχία των πρωτεϊνών έχει επιλεγεί κατά την εξέλιξη **ώστε να οδηγεί σε σταθερή διαμόρφωση**

από τις 20ⁿ διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες απαντούμε σήμερα **μόνον αυτές που οδηγούν σε συγκεκριμένη σταθερή δομή και δυνατότητα διεκπεραίωσης λειτουργίας**

- Μεταλλαγή = απώλεια λειτουργίας

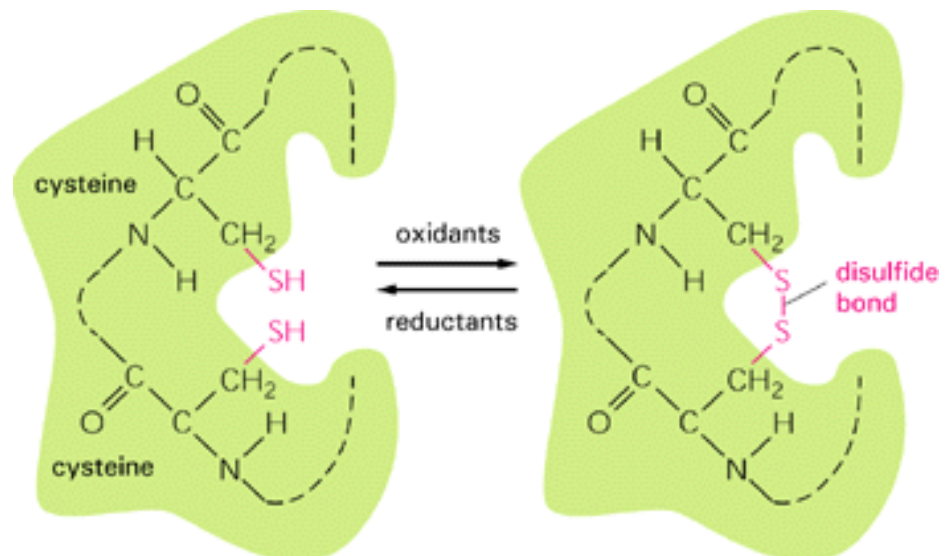
Δεσμοί που συγκρατούν τη δομή των πρωτεϊνών

ασθενείς μη ομοιοπολικοί :

ιοντικοί δεσμοί,
δεσμοί υδρογόνου
δεσμοί van der Waals

υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις

ομοιοπολικοί: δισουλφιδικοί



Επίπεδα οργάνωσης πρωτεϊνών

- Πρωτοταγής δομή = η αμινοξική αλληλουχία

Ala-Gly-Ser-Val-Thr



Επίπεδα οργάνωσης πρωτεϊνών

Δευτεροταγής δομή: δημιουργία δεσμών υδρογόνου ανάμεσα σε ομάδες του πεπτιδικού σκελετού

α-έλικα

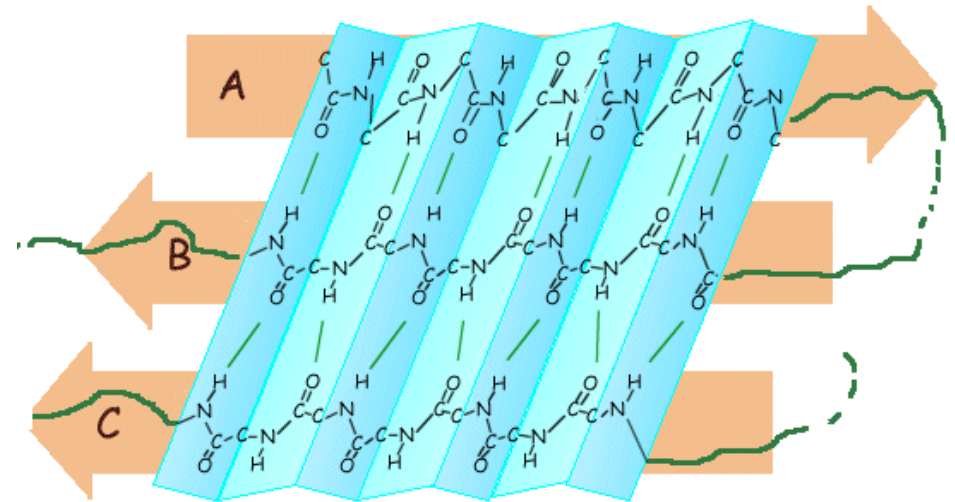


secondary structure
(α -helix)

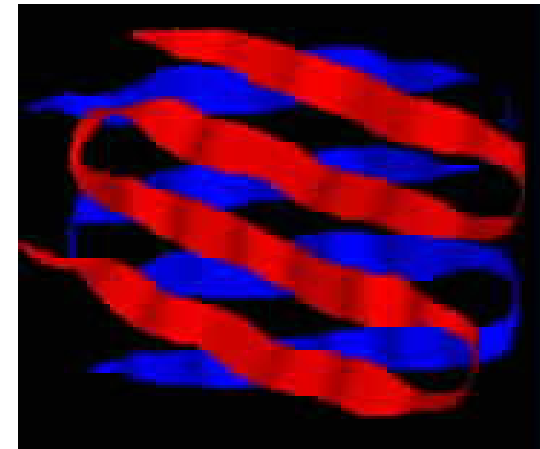
α-κερατίνη (τρίχες-νύχια)



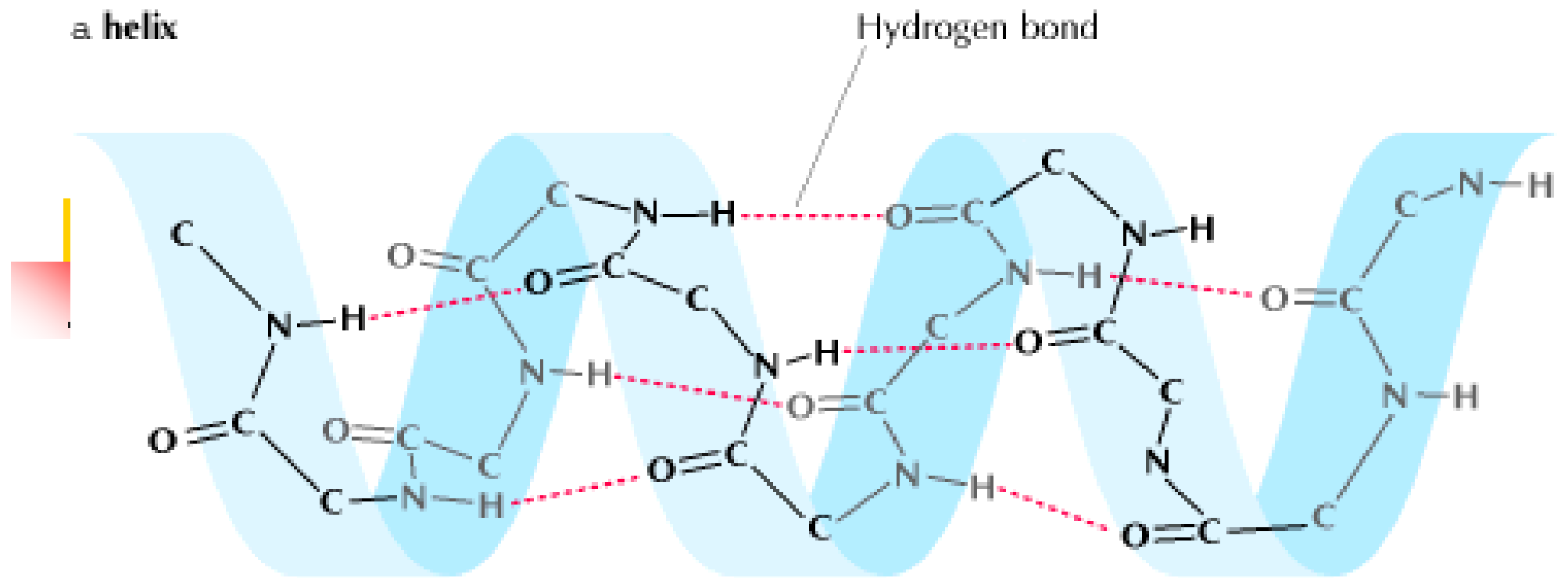
β-πτυχωτή επιφάνεια



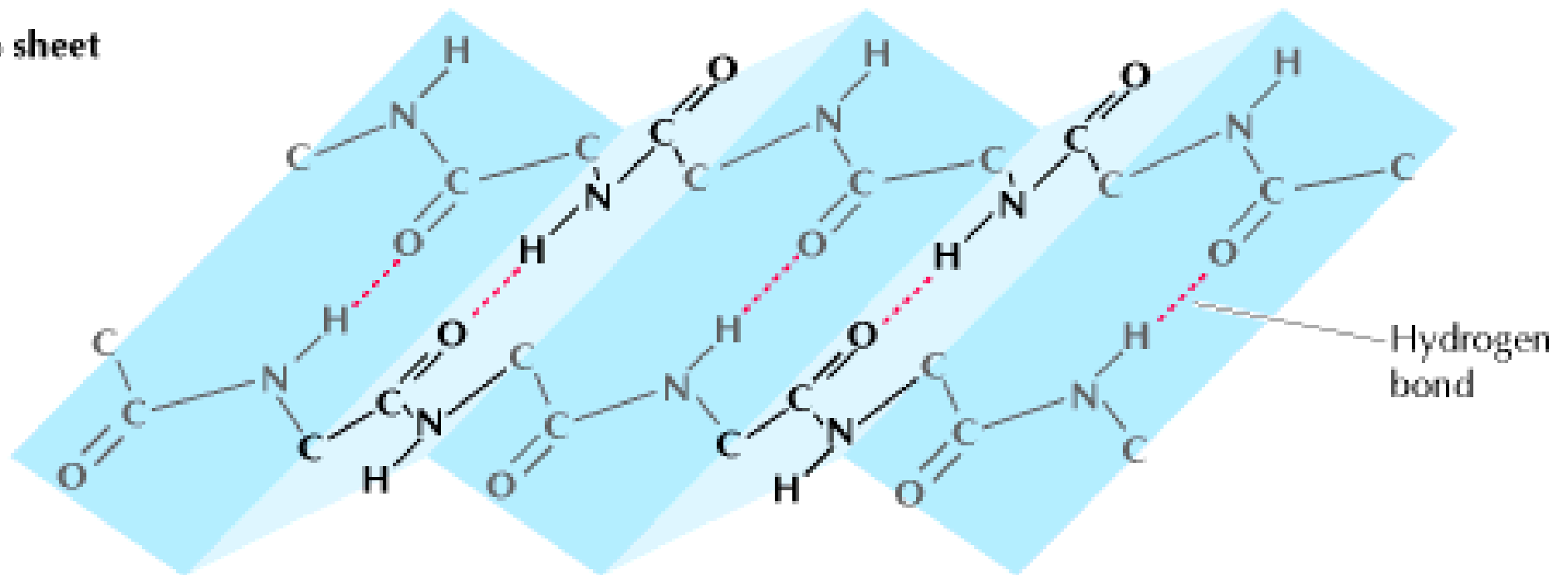
**φιμπροίνη
(μετάξι)**



a helix



b sheet



Τριτοταγής δομή

Η στερεοδιαμόρφωση στο χώρο μιας πρωτεΐνης.

Δεσμοί: ομοιοπολικοί (δισουλφιδικοί)
ιοντικοί, μη ομοιοπολικοί

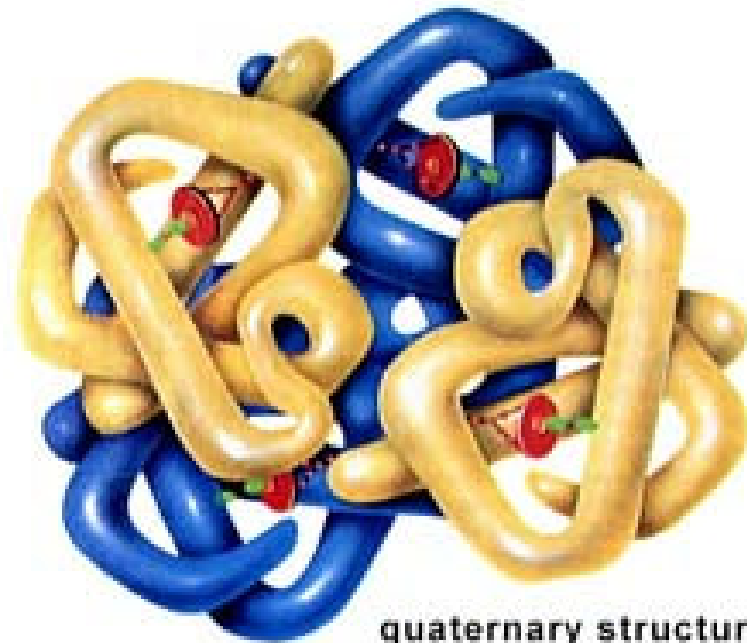


Τεταρτοταγής δομή:

συνδυασμός διαφορετικών πολυπεπτιδικών αλυσίδων

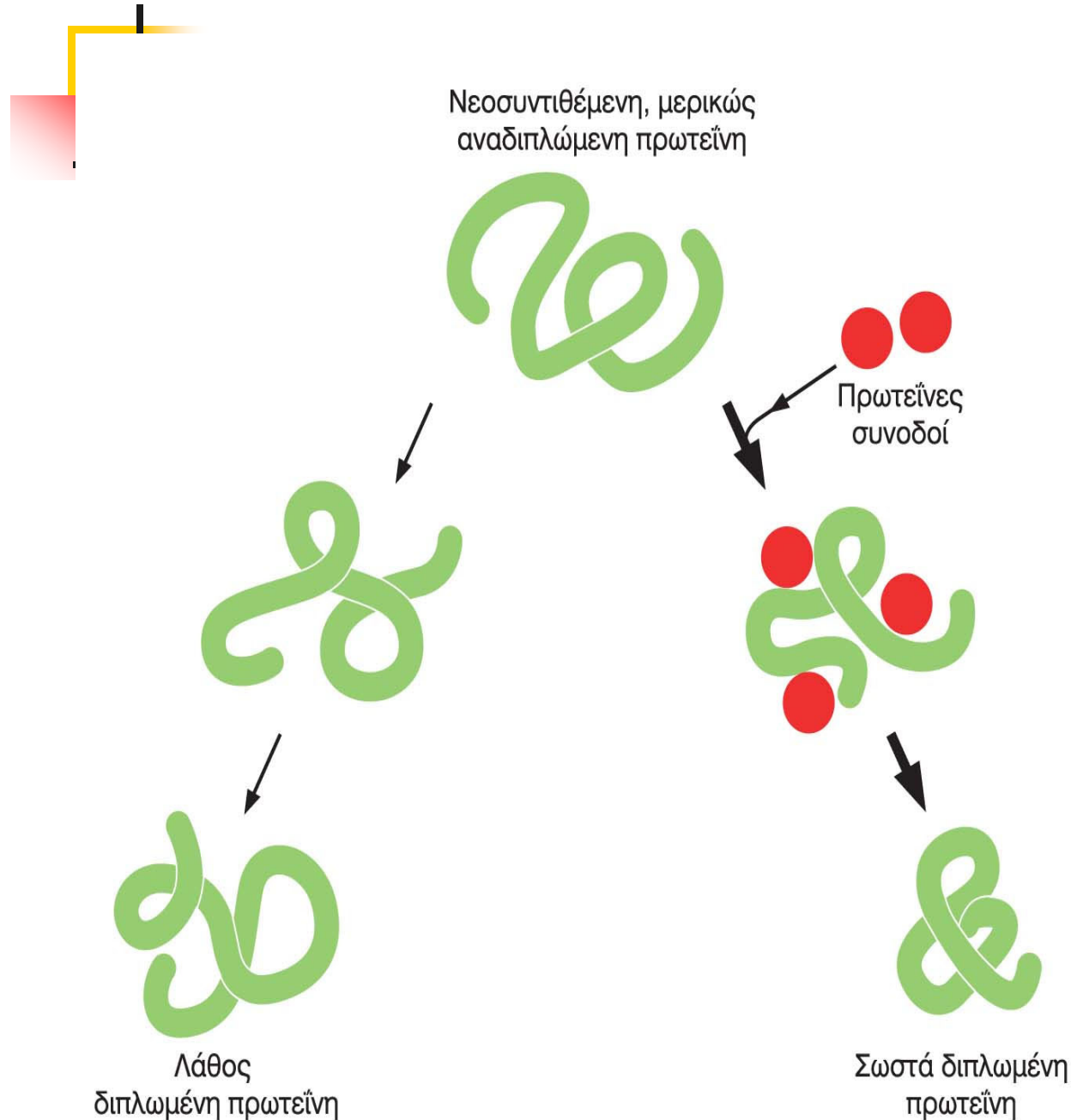
- Παράδειγμα

η αιμοσφαιρίνη αποτελείται
από 4 πρωτεϊνικές
υπομονάδες + 4 μόρια αίμης

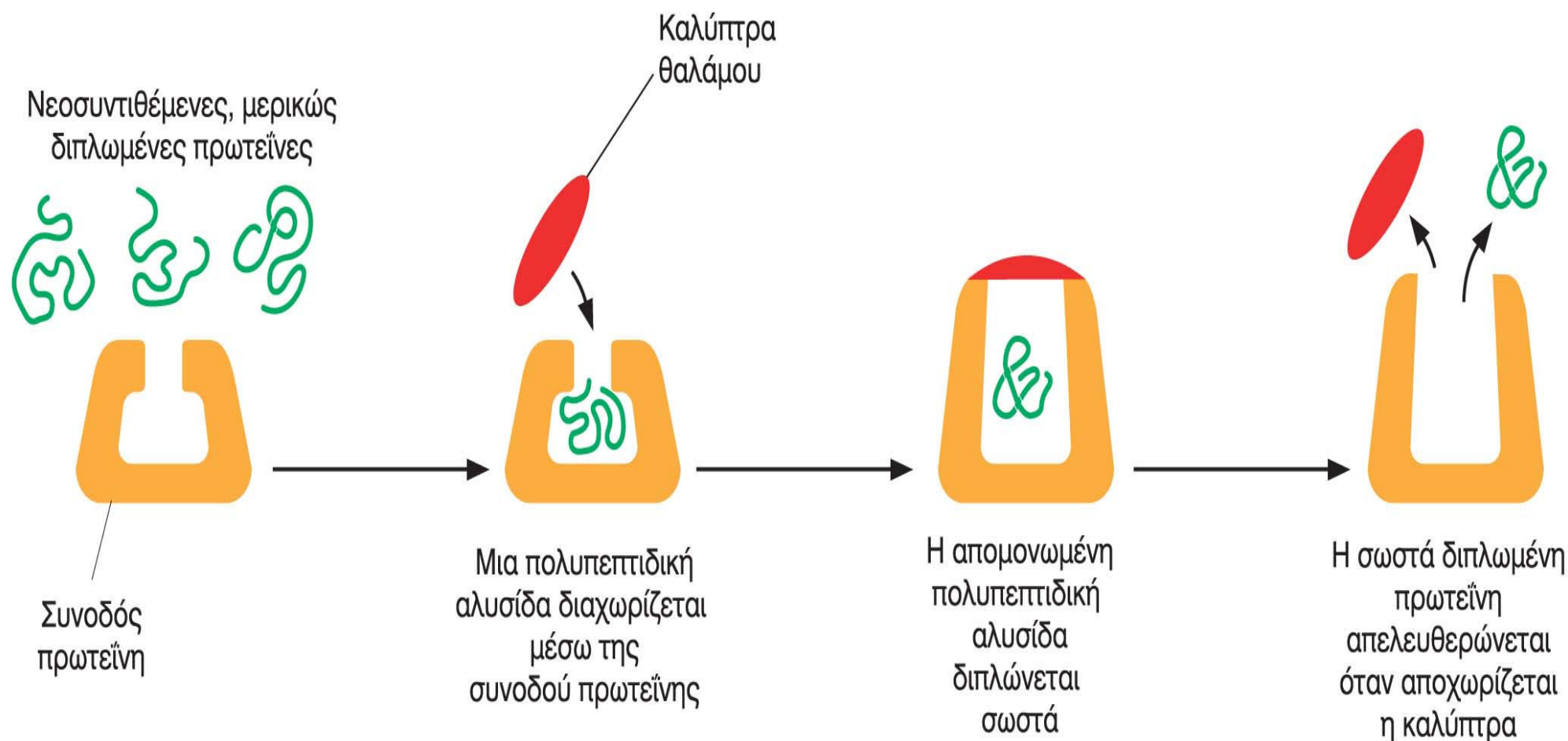


quaternary structure
(aggregation of two or more peptides)

Στο κύτταρο, πρωτεΐνες συνοδοί (chaperons) βοηθούν την πτύχωση των πρωτεϊνών



Εικόνα 4-9. Οι πρωτεΐνες συνοδοί καθοδηγούν το δίπλωμα μιας νεοσυντιθέμενης πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Οι συνοδοί δεσμεύονται σε νεοσυντιθέμενες ή μερικώς διπλωμένες πολυπεπτιδικές αλυσίδες και τις βοηθούν να διπλωθούν κατά μήκος της πιο ενεργειακά ευνοϊκής οδού. Η σύνδεση αυτών των συνοδών με την πρωτεΐνη-στόχο προϋποθέτει παροχή ενέργειας από την υδρόλυση του ATP.

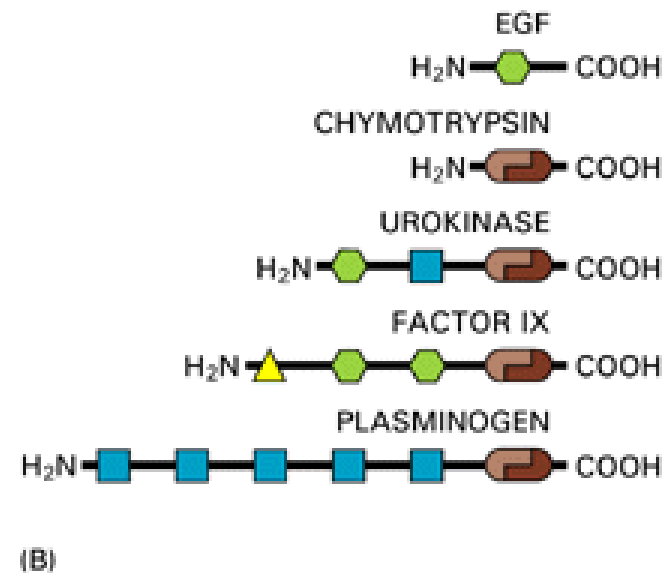
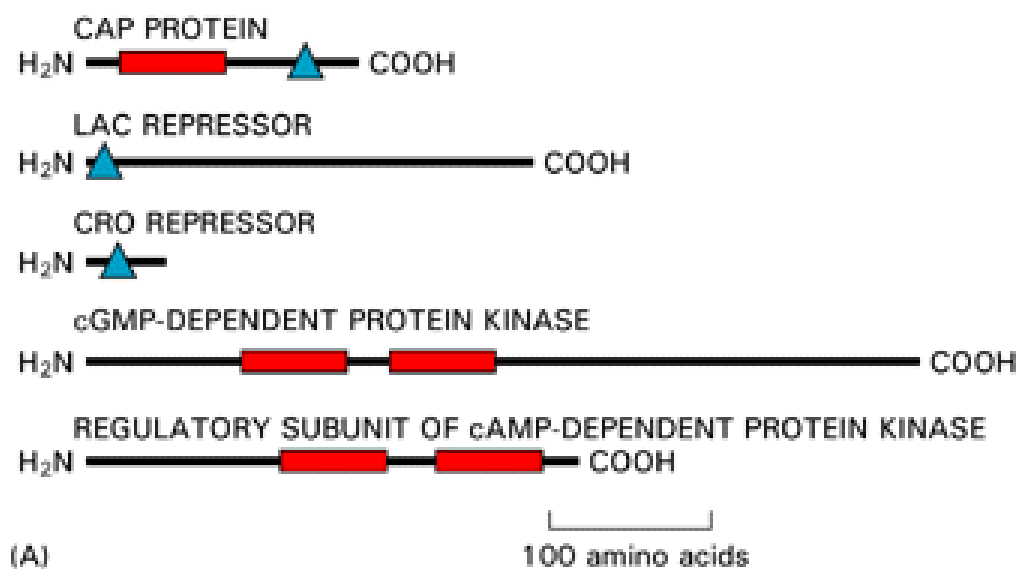


Εικόνα 4-10. Άλλες πρωτεΐνες συνοδοί ενεργούν ως θάλαμοι απομόνωσης που βοηθούν στην αναδίπλωση πολυπεπτιδίου. Σε αυτήν την περίπτωση, ο κύλινδρος της συνοδού πρωτεΐνης δρα ως ένας κλειστός θάλαμος εντός του οποίου μια νεοσυντιθέμενη πολυπεπτιδική αλυσίδα μπορεί να αναδιπλωθεί, χωρίς τον κίνδυνο συσσωμάτωσης με άλλα πολυπεπτίδια στις πολυπληθείς συνθήκες του κυτταροπλάσματος. Επίσης, αυτό το σύστημα απαιτεί μια παροχή ενέργειας από την υδρόλυση του ATP, κυρίως για τη σύνδεση και τον επακόλουθο διαχωρισμό της καλύπτρας που σφραγίζει το θάλαμο.

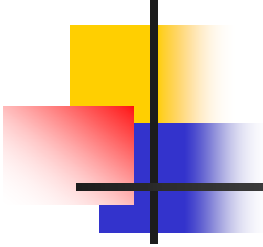
- Ένας σχετικά μικρός αριθμός διαφορετικών στερεοδομών απαντάται στη φύση (οι εκατοντάδες χιλιάδες διαφορετικές πρωτεΐνες πιστεύεται ότι πτυχώνονται μόνο με περίπου 2000 διαφορετικούς τρόπους)

Γιατί;;

- Οι πρωτεΐνες ταξινομούνται σε **οικογένειες** παρόμοιας δομής (που συχνά συνδέονται εξελικτικά)
- Περιέχουν **μοτίβα** και **πρωτεϊνικές περιοχές** που απαντώνται σε πολλές άλλες πρωτεΐνες (πχ δέσμευση-υδρόλυση ATP, δέσμευση σε DNA). Γιατί;;



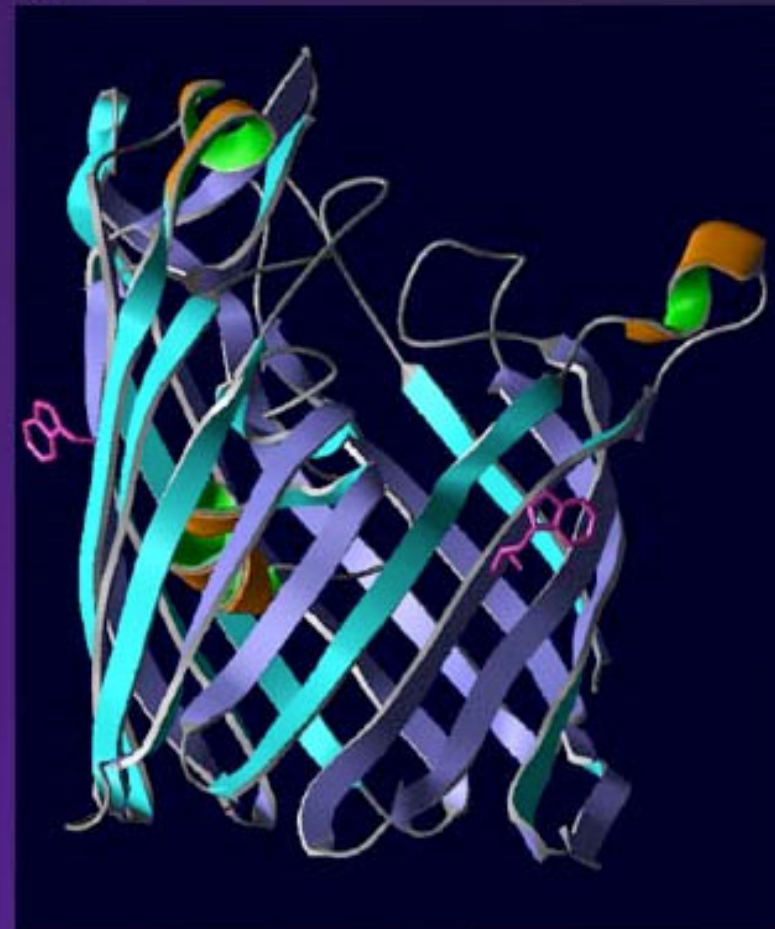
Πρωτεϊνικές περιοχές (domains)

- 
- Περιοχές με συγκεκριμένη 3D δομή και συγκεκριμένη λειτουργία
 - *Παράδειγμα:* καταλυτική περιοχή ενζύμων, περιοχές δέσμευσης μορίων

2 Διαμεμβρανικές πρωτεΐνες

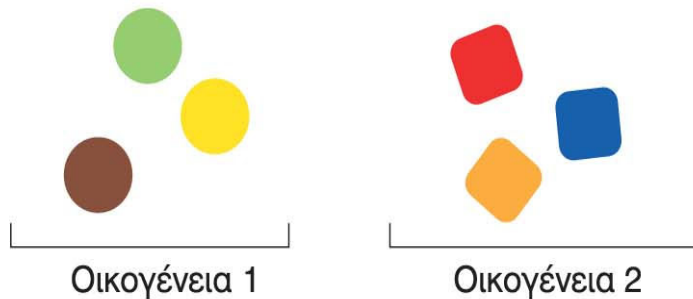


α -Helical Bundle
(Bacteriorhodopsin, PDB 1AP9)

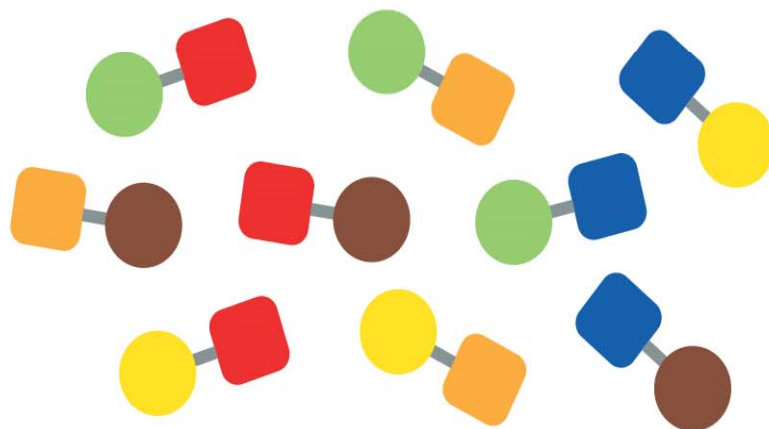


β -Barrel
(Matrix Porin, PDB 1OPF)

Οικογένειες πρωτεϊνών



A Οικογένειες πρωτεϊνών μονής περιοχής



B Μία οικογένεια πρωτεϊνών δύο περιοχών

Εικόνα 4-51. Οι περισσότερες πρωτεΐνες ανήκουν σε δομικά συγγενείς οικογένειες. **(Α)** Πάνω από τα 2/3 των καλά μελετημένων πρωτεϊνών περιέχουν μια δομημένη πρωτεϊνική περιοχή. Τα μέλη αυτής της υπερ-οικογένειας χαρακτηρίζονται από διαφορές στις αλληλουχίες των αμινοξέων τους (πρωτοταγής δομή) αλλά η πτύχωση τους μπορεί να οδηγήσει σε παρόμοιες τρισδιάστατες διαμορφώσεις. **(Β)** Στη διάρκεια της εξέλιξης, μοναδιαίες δομημένες πρωτεϊνικές περιοχές έχουν συνδυαστεί στη δημιουργία νέων πρωτεϊνών. Ο «νεωτερισμός» της πρωτεϊνικής δομής σε αυτές τις περιπτώσεις σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο οι μοναδιαίες περιοχές διατάσσονται στο καινούργιο μόριο.

Σύγκριση αλληλουχιών γονιδίων/πρωτεϊνών από διαφορετικούς οργανισμούς

Η ταυτοποίηση εκτεταμένων ομοιοτήτων αποκαλύπτει τη συγγένεια & την κοινή καταγωγή της ζωής

Ομόλογες πρωτεΐνες/γονίδια : σημαντική δομική και λειτουργική ομοιότητα λόγω κοινής εξελικτικής προέλευσης.

Το πόσο όμοιες/α είναι δείχνει: πρόσφατη εξελικτική απόκλιση ή/και αλληλουχία απαραίτητη για την επιβίωση

Ομόλογες πρωτεΐνες/γονίδια

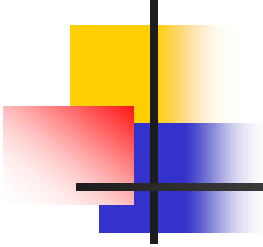
Ορθόλογες: με σημαντική δομική και λειτουργική ομοιότητα **σε διαφορετικά είδη** – επιτελούν την ίδια λειτουργία σε διαφορετικά είδη (πχ η β-σφαιρίνη του ανθρώπου και του ποντικού)

Παράλογες: με σημαντική δομική και λειτουργική ομοιότητα **στο ίδιο είδος** – επιτελούν παρόμοια λειτουργία στο ίδιο είδος

(πχ η α και η β-σφαιρίνη του ανθρώπου= διαφορετικά γονίδια, παρόμοια δομή και λειτουργία, κοινή εξελικτική προέλευση)

Σύγκριση μεταξύ πρωτεϊνών ανθρώπου και δυο ειδών σακχαρομύκητα που εμπλέκονται στον κυτταρικό κύκλο

άνθρωπος	FGLARAFGIPIRVYTHEVVTLWYRSPEVLLGS
<i>S. pombe</i>	FGLARSFGVPLRNYTHEIVTLWYRAPEVLLGS
<i>S. cerevisiae</i>	FGLARAFGVPLRAYTHEIVTLWYRAPEVLLGG
άνθρωπος	ARYSTPVDIWSIGTIFAELATKLPLFHGDSEI
<i>S. pombe</i>	RHYSTGVDIWSVGCIFAENIRRSPLFPDSEI
<i>S. cerevisiae</i>	KQYSTGVDTWSIGCIFAHCNRLPIFSGDSEI
άνθρωπος	DQLFRIPRALGTPNNEVWPVESLQDYKNTFP
<i>S. pombe</i>	DEIFKIPQVLGTPNEEVWPGVTLLQDYKSTFP
<i>S. cerevisiae</i>	DQIFKIPRVLGTPNEAIWPDIVYLPDFKPSFP



Ερωτήσεις κρίσεως

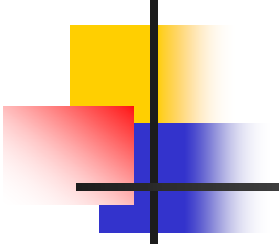
Πότε μια μεταλλαγή σε ένα ανθρώπινο γονίδιο είναι πιο πιθανό να οδηγήσει σε ασθένεια: εάν αλλάζει ένα αμινοξύ που είναι συντηρημένο κατά τη διάρκεια της εξέλιξης ή εάν αλλάζει ένα αμινοξύ που είναι ειδικό για την ανθρώπινη πρωτεΐνη



	10	20	30	40				
sw: U33K_HUMAN/5-52	TALES	LIEMGFPR	GRAEKALAL	TGNQ	GIEAANDW	LHEHE	DDPD	VDEPL
sw: UAS3_DROME/23-69	TPLOT	LLQMGFPR	HRAEKALAS	TGNRG	TQIASD	WLLANT	VNDG	TLDE--
sw: UBPF_MOUSE/658-705	SVIIQ	LVEMGFPM	DACREKAT	YTTGN	SGAEAA	NWTHS	KRID	PDFANPL
sw: UBPE_SCHPO/580-627	SAIEQ	LQAMGFPL	VRQKALLAT	GNSDT	ETAND	WLFEM	IEDP	EIDKPI
sw: UBPE_YEAST/612-658	-SISQ	LIEMGFTQ	NASTRAL	FNTGN	QDAES	AMWLF	QNRID	PDNLNDFP
sw: UB13_HUMAN/656-703	SSVMQ	LAEMGFPL	EACREKAT	YFTGN	IGAETA	FNWII	VHME	EPDFAEPL
sw: UAS3_HUMAN/23-70	SLLEP	LLAMGFPP	HTALKALA	ATGRK	TAEEA	LAWL	NDKND	PSLDDPI
sw: UBPA_DICDI/633-677	-VLD	TLLSM	DFPLVR	CKKALL	ATGGK	DAEL	AMWIF	EHTEDPDID---
sw: UBPE_SCHPO/645-689	--VQ	SLCE	FGFTV	AQARK	GL-LES	NNIER	AVDW	ILNHPDESFE
sw: UBPF_MOUSE/728-772	--VTT	IVSM	GFSR	DQALK	ALRAT	NNS-LE	RAVD	WIFSHRIDDLDAEAM

Quality/5-52





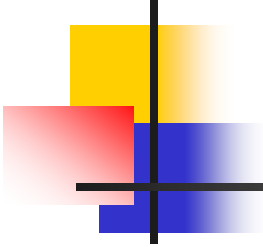
Ερώτηση κρίσεως

Σκεφτείτε τις παρακάτω φράσεις

Η σταθερή στερεοδιάταξη είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία των πρωτεϊνών

Η δυνατότητα αλλαγών στη στερεοδιάταξη των πρωτεϊνών είναι απαραίτητη για την λειτουργία των πρωτεϊνών

Πώς αλλάζει (ρυθμιζόμενα) η στερεοδιάταξη των πρωτεϊνών μετά τη σύνθεσή τους?



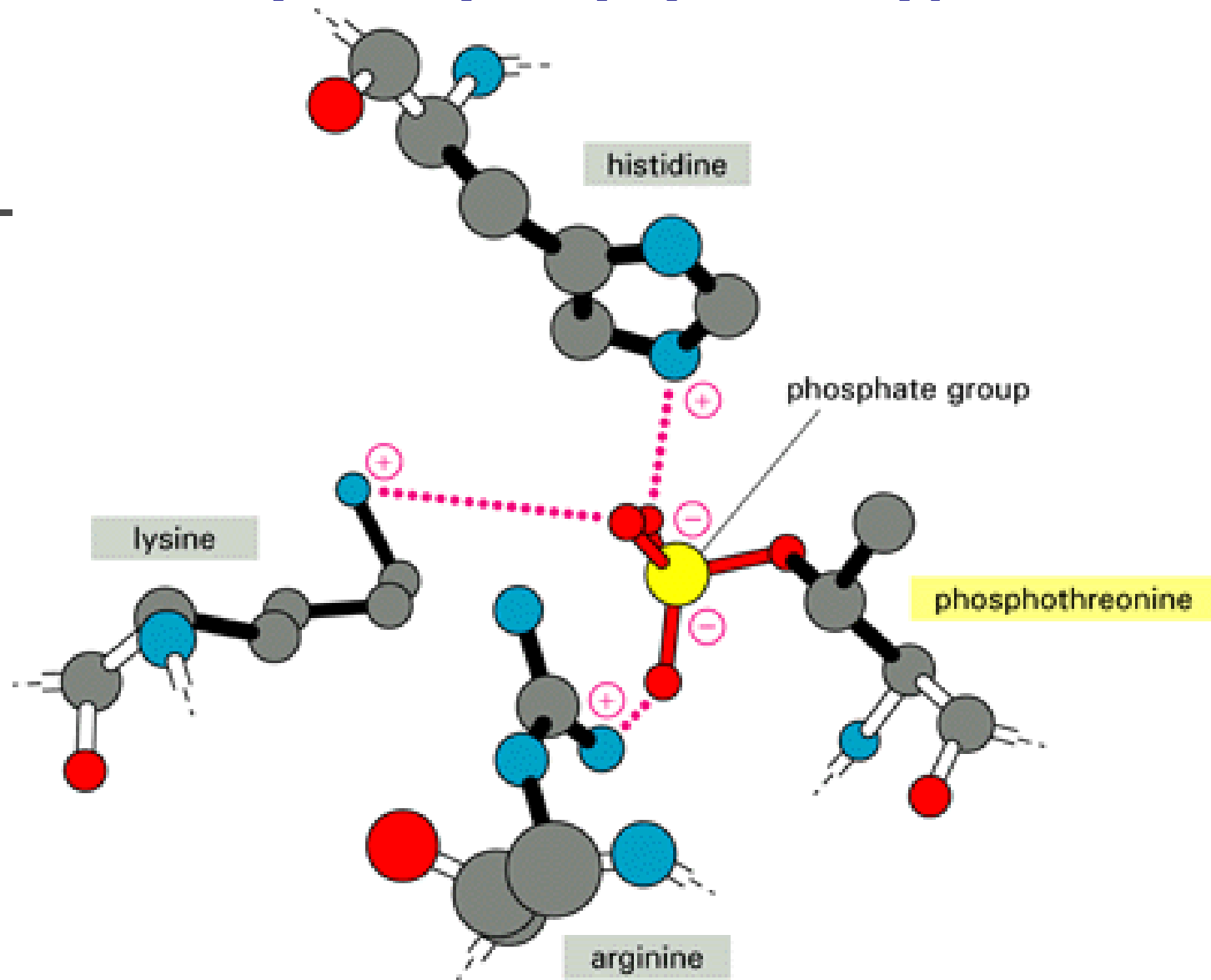
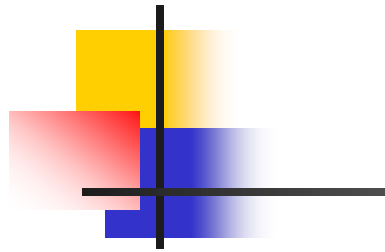
Μεταμεταφραστικές τροποποιήσεις

Αλλαγές σε πλευρικές αλυσίδες αμινοξέων, προσθήκη ομάδων που αλλάζουν τις ιδιότητες του αμινοξέος -> διαφορετικές αλληλεπιδράσεις,

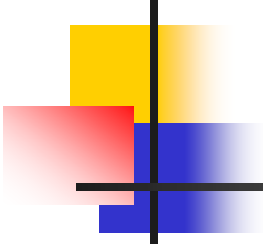
Άλλη δομή = άλλη λειτουργία

• **Φωσφορυλίωση** = προσθήκη φωσφορικών ομάδων σε πλευρικές αλυσίδες σερίνης, θρεονίνης και τυροσίνης

Αλλαγή δομής - αλληλεπίδρασης με άλλα μόρια, μέσω φωσφορυλίωσης



Σε κάθε χρονική στιγμή, πάνω από το 1/3 των πρωτεϊνών κάθε ανθρώπινου κυττάρου είναι φωσφορυλιωμένες!



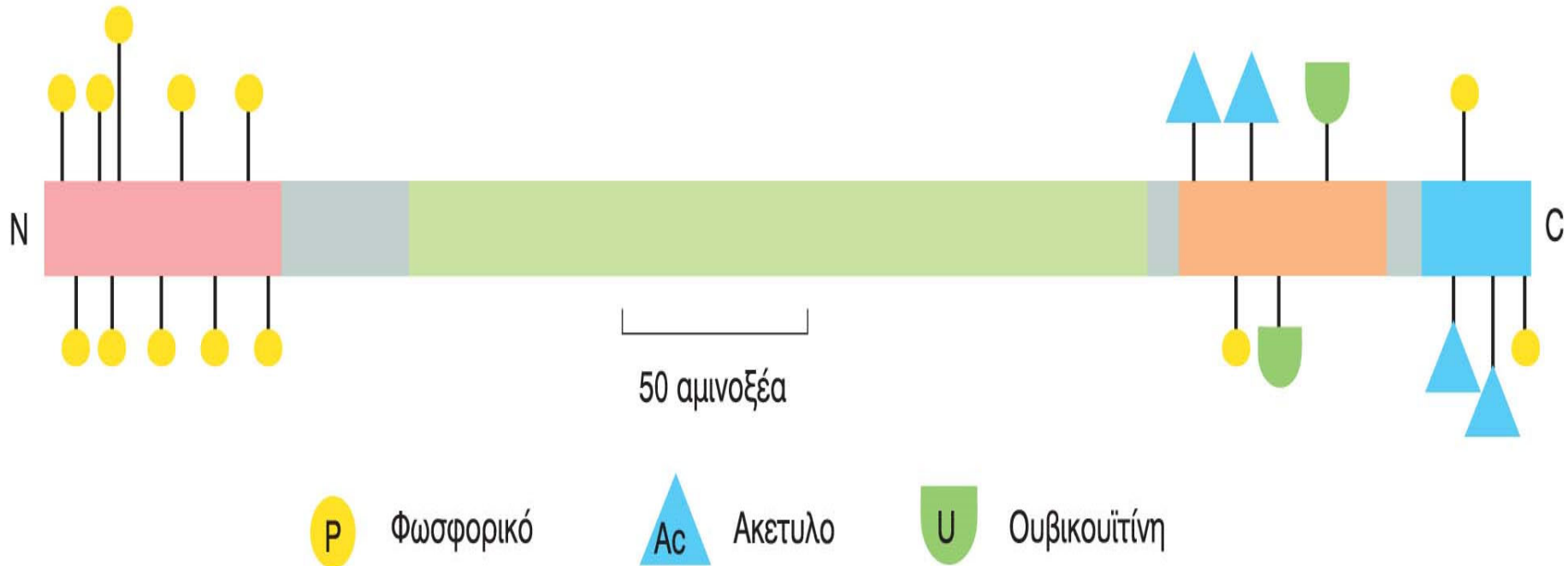
Μεταμεταφραστικές τροποποιήσεις

Αλλαγές σε πλευρικές αλυσίδες αμινοξέων, προσθήκη ομάδων που αλλάζουν τις ιδιότητες του αμινοξέος -> διαφορετικές αλληλεπιδράσεις,

Άλλη δομή = άλλη λειτουργία

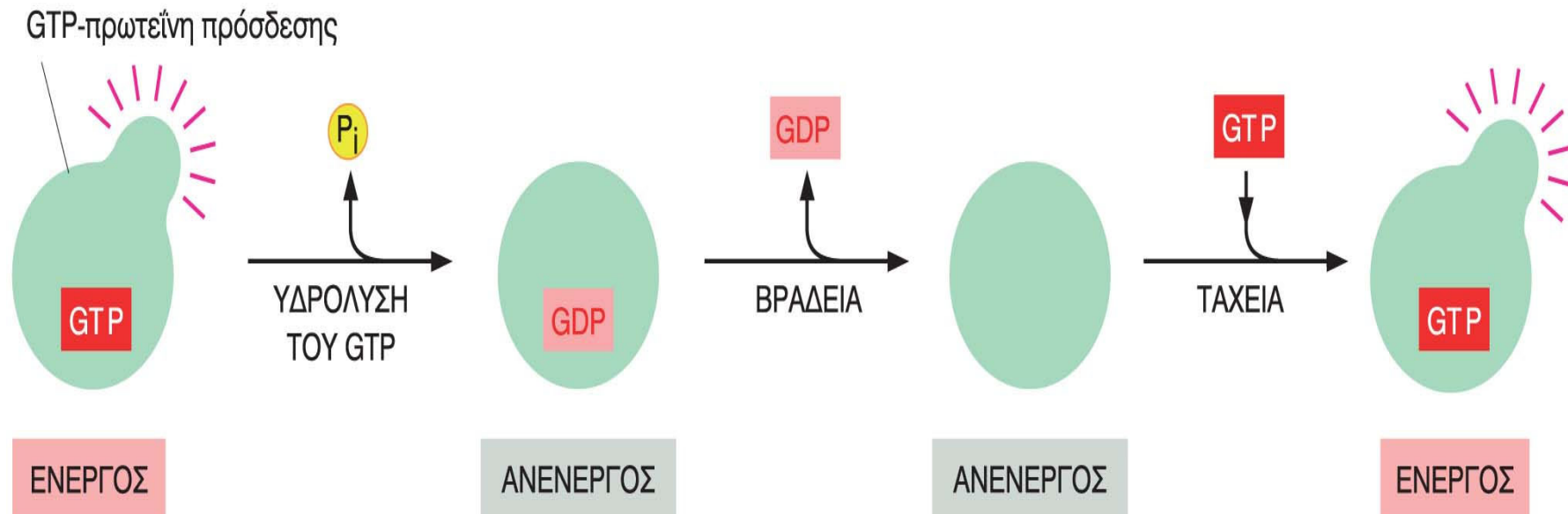
- **Φωσφορυλίωση** = προσθήκη φωσφορικών ομάδων σε πλευρικές αλυσίδες σερίνης, θρεονίνης και τυροσίνης
- **Μεθυλίωση, ακετυλίωση** (παράδειγμα ιστόνες και ρύθμιση μεταγραφής)
- Ουβικουιτινίλιωση (οδηγεί πρωτεΐνες προς καταστροφή)
- Παρυλίωση, σουμοϋλίωση, νεμοϋλίωση...

ΚΑΠΟΙΕΣ ΓΝΩΣΤΕΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ p53



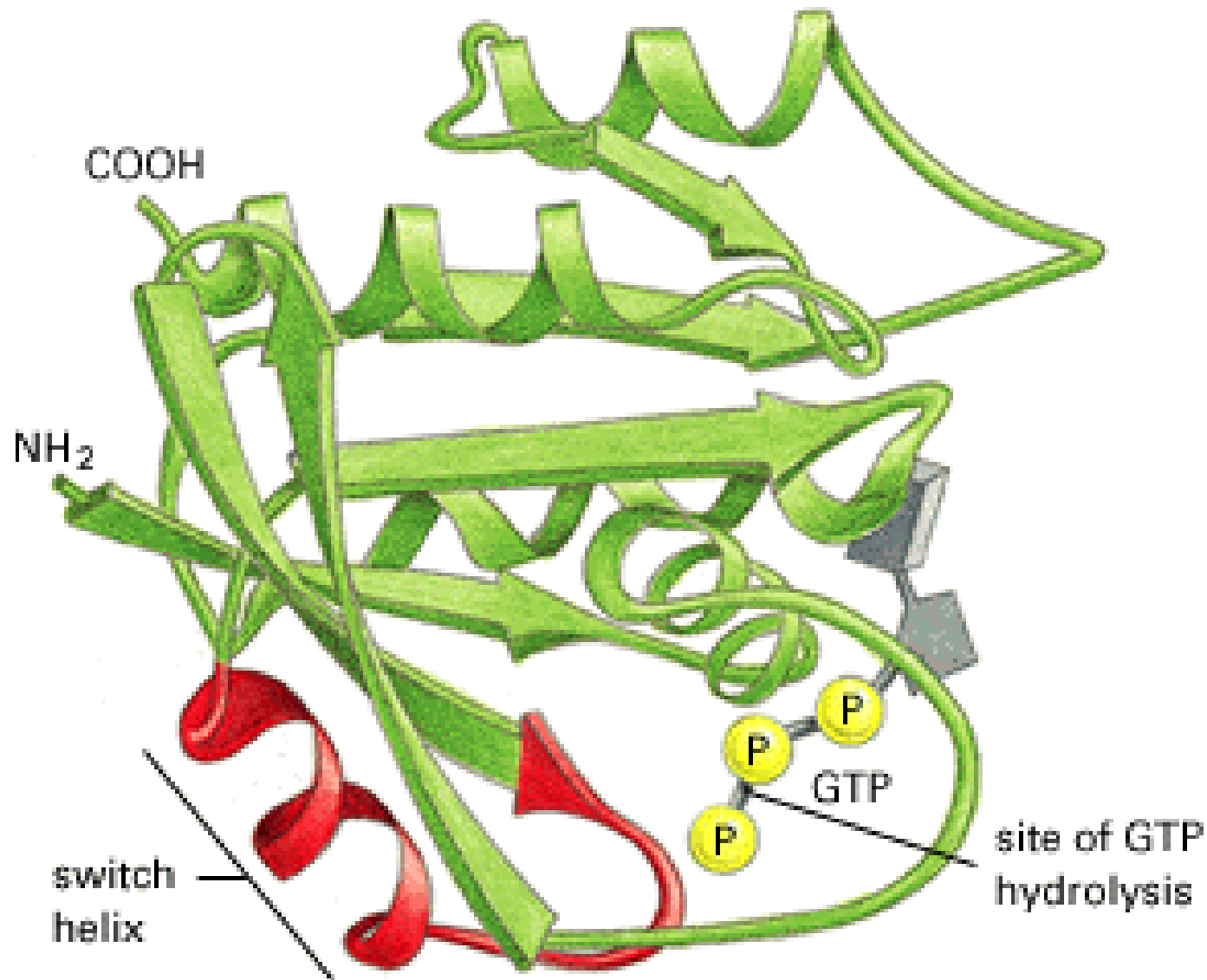
Εικόνα 4-43. Η μετα-μεταφραστική τροποποίηση μιας πρωτεΐνης σε πολλαπλές θέσεις ρυθμίζει την συμπεριφορά της πρωτεΐνης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται μερικές ομοιοπολικές τροποποιήσεις που ρυθμίζουν τη δραστηριότητα και τη διάσπαση της πρωτεΐνης p53, που ρυθμίζει την απάντηση του κυττάρου σε βλάβη του DNA (βλέπε κεφάλαιο 18). Αυτές οι τροποποιήσεις δε συμβαίνουν ταυτόχρονα. Τα χρώματα κατά μήκος του κορμού της πρωτεΐνης αντιπροσωπεύουν διακριτές περιοχές της πρωτεΐνης, μεταξύ άλλων μια περιοχή που δεσμεύεται στο DNA (πράσινο) και μια άλλη που ενεργοποιεί τη μεταγραφή γονιδίων (ροζ). Όλες οι τροποποιήσεις που παρουσιάζονται εντοπίζονται μέσα στις σχετικά αδόμητες περιοχές της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Η σύνδεση και υδρόλυση τριφωσφορικών νουκλεοτιδίων (GTP, ATP) οδηγεί σε αλλαγή στερεοδιάταξης των πρωτεϊνών (παράδειγμα: μοριακοί διακόπτες)

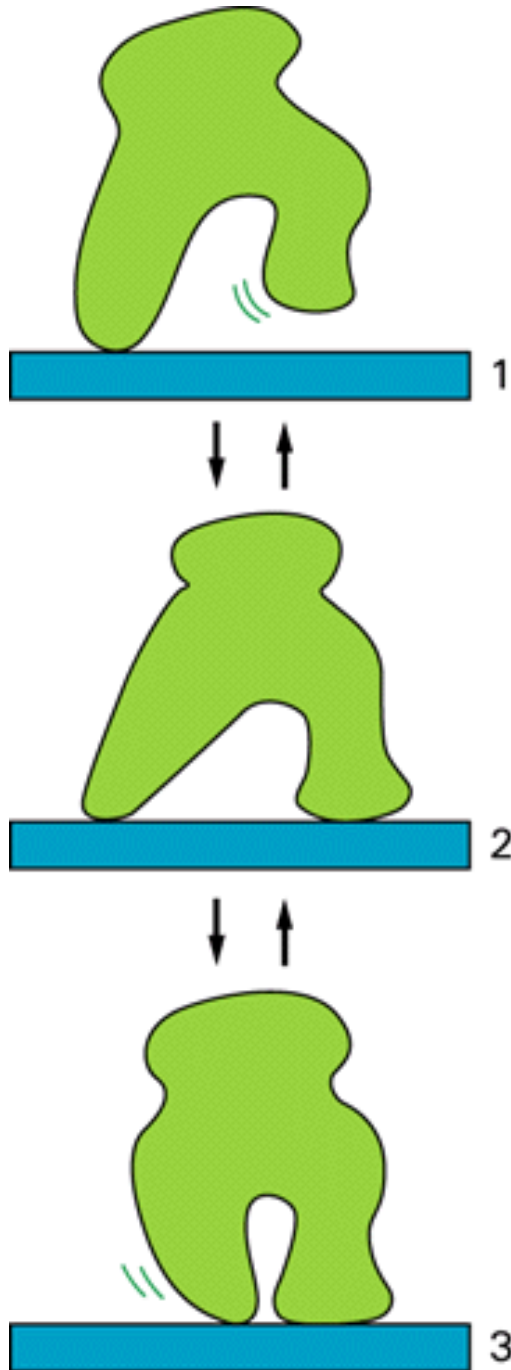


Εικόνα 4-44. Οι πρωτεΐνες που συνδέονται με GTP σχηματίζουν μοριακούς διακόπτες. Μια G-πρωτεΐνη απαιτεί την παρουσία ενός ισχυρά προσδεσμένου μορίου GTP, προκειμένου να είναι ενεργός (διακόπτης ON). Η ενεργός πρωτεΐνη διακόπτει τη λειτουργία της υδrolύοντας το δεσμευμένο GTP σε GDP και ανόργανο φωσφορικό (P_i), με αποτέλεσμα η πρωτεΐνη να αποκτά ανενεργό διαμόρφωση (διακόπτης OFF). Για την επανενεργοποίηση της πρωτεΐνης, το ισχυρά προσδεσμένο GDP πρέπει να αποσπαστεί, ένα αργό βήμα που επιταχύνεται χάρη στη δράση άλλων σηματοδοτικών πρωτεϊνών. Μόλις διασταθεί το GDP, γρήγορα αντικαθίσταται από ένα μόριο GTP και η πρωτεΐνη επιστρέφει στην ενεργό διαμόρφωσή της.

Η πρωτεΐνη Ras (ένα ογκογονίδιο) ρυθμίζεται με υδρόλυση GTP



Η υδρόλυση νουκλεοτιδίων δίνει φορά στις βιολογικές διεργασίες

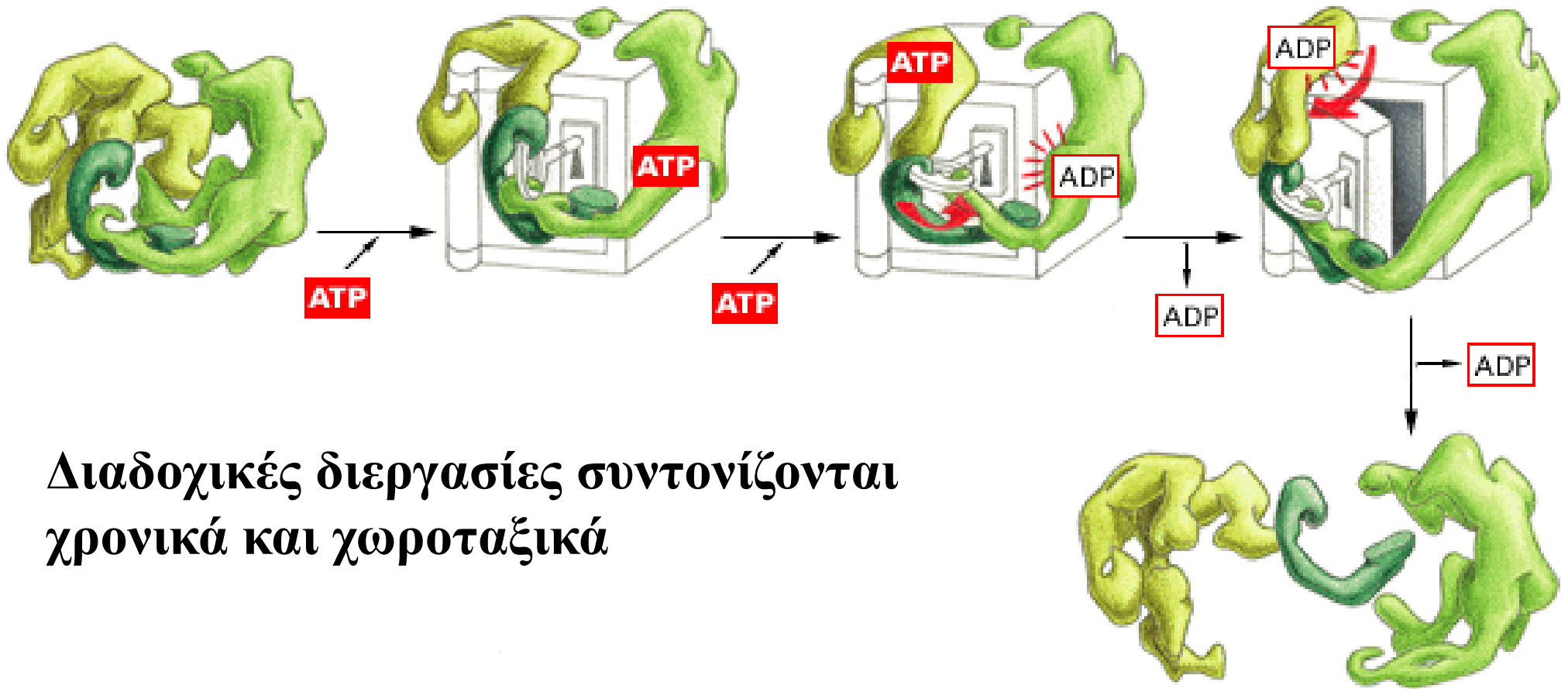


Animation κινεσίνης από Milligan lab

<http://www.scripps.edu/cb/milligan/projects.html>

Πρωτεϊνικές Μηχανές

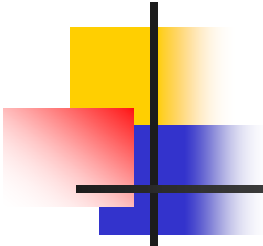
Μεγάλα πρωτεϊνικά συγκροτήματα που διεκπεραιώνουν συντονισμένα τις κυτταρικές λειτουργίες



Διαδοχικές διεργασίες συντονίζονται χρονικά και χωροταξικά

Παραδείγματα: αντιγραφή DNA, μεταγραφή, πρωτεϊνοσύνθεση...

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



- Οι πρωτεΐνες είναι οι δομικοί λίθοι και τα λειτουργικά μόρια του κυττάρου

- Η αμινοξική αλληλουχία των πρωτεϊνών καθορίζει την στερεοδιαμόρφωση και τη λειτουργία τους

- Η διαμόρφωση των πρωτεϊνών και η σύνδεση τους με άλλες πρωτεΐνες και συνδέτες καθορίζεται από ασθενείς δυνάμεις

- Η παροδική και ελεγχόμενη αλλαγή στη στερεοδιαμόρφωση μιας πρωτεΐνης είναι συχνά απαραίτητη για τη δράση της

- Οι πρωτεΐνες ρυθμίζονται από το κύτταρο

- Βλάβες στη διαμόρφωση των πρωτεϊνών έχουν ολέθριες συνέπειες για τον οργανισμό

- *δρεπανοκυτταρική αναιμία

- *σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια (BSE, ασθένεια τρελών αγελάδων)