

Zülalların təsnifatı

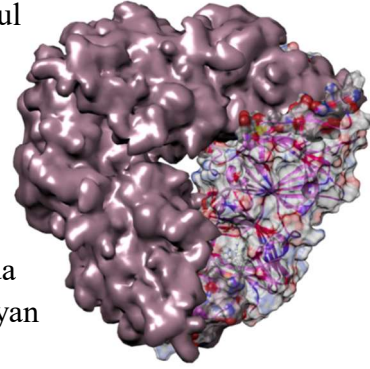
Zülalları müxtəlif prinsiplərə görə (molekul strukturu, suda həllolma qabiliyyəti, bioloji funksiyaları və s.) təsnif edilir.

Zülalları 2 böyük qrupa bölmək olar:

1) sadə zülallar – hidroliz məhsulları yalnız aminturşulardan ibarət olan zülallardır;

2) mürəkkəb zülallar – hidroliz məhsulları arasında həm aminturşular, həm də aminturşu strukturu olmayan birləşmələr olan zülallardır.

Bu birləşmələr prostetik qrup adlanır.



Sadə zülallar

Sadə zülalların təsnifatı onların həllolma qabiliyyətinə əsaslanır. Albuminlər, qlobulinlər, prolaminlər, qlütelinlər, histonlar, protaminlər və skleroproteinlər sadə zülallara aiddir.

Albuminlər və qlobulinlər – qan serumunun, yumurta ağının, bitkilərin yaşıl hissəsinin, südün, paxlalı bitkilərin toxumlarının tərkibində geniş yayılmış zülallardır. İnsanın qan serumu zülallarının 50%-ə qədərini albuminlər təşkil edir;

Albuminlər suda yaxşı həll olur. Qan serumu albuminlərinin tərkibində qlikokol olmur. Qan plazmasının onkotik təzyiqinin 70-80%-ə qədərini albuminlər yaradır. Bu zülallar qan serumunda sərbəst üzvi turşularla, lipidlərlə və bəzi hormonlarla kompleks birləşmə əmələ gətirərək, onların nəqlində iştirak edir.

Qlobulinlər – albuminlərə yaxın və onlarla eyni toxumalarda rast gəlinən zülallardır. İnsanın qan serumunun zülal əmsalı (yəni albumin/qlobulin nisbəti) 1,5-2,3 arasında dəyişir. Bəzi xəstəliklər zamanı zülal əmsalı diaqnostik əhəmiyyətə malikdir. Qan serumu zülallarının elektroforezi zamanı qlobulinlər albuminlərdən sonra ayrılır; onların 3 fraksiyası (α , β , γ) və bir neçə yarımfaksiyası (α_1 , α_2 ; β_1 , β_2) ayırılmalıdır.

Protamin və histonlar – nüvəli hüceyrələrin xromosomlarının tərkibinə daxil olan qələvi xassəli zülallardır. Histonların tərkibində triptofan qalığı olmur; sistein və sistinə isə bəzi növlərinin tərkibində rast gəlinir, 20-30%-ə qədərini arginin və lizin (qələvi xassəli aminturşular) təşkil edir. Histonların molekul kütləsi çox böyük deyildir (11-12 minə qədər).

Protaminlərin molekul kütləsi 5000-dən artıq olmur, buna görə onları

peptidlər qrupuna daxil etmək olar.

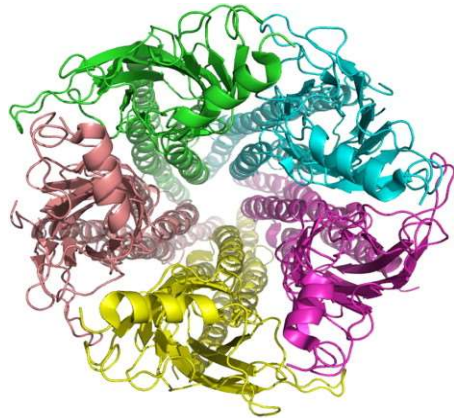
Bu polipeptidlər nuklein turşuları və zülallarla asanlıqla birləşib, hidrolitik fermentlərin təsirinə qarşı davamlı olan komplekslər əmələ gətirir.

Skleroproteinlər – istinad toxumalarının (sümük, qığırdaq, vətər, bağı, dırnaq, tük və s.) zülallarıdır. Digər zülallardan suda həll olmadıqlarına görə fərqlənirlər. Bunların bütün növləri (kollagen, elastin, keratin, fibroin) fibrilliyar zülallar qrupuna aiddir.

Mürəkkəb zülallar

Prostetik qrupunun təbiətinə görə mürəkkəb zülallar müxtəlif siniflərə bölünür.

Metallı proteinlər – molekul strukturuna müxtəlif metallar daxil olan mürəkkəb zülallardır. Bunların tərkibində metal ionları (dəmir, mis, kalsium, maqnezium, kobalt, sink, molibden, qurğuşun və b.) bilavasitə zülal molekulları ilə rabitəli vəziyyətdə olur. Tərkibinə dəmir ionları daxil olan ferritin, transferrin və hemosiderin metallı proteinlərin ən geniş yayılmış növləridir.



Ferritin – ümumi kütləsinin 17-23%-i üçvalentli dəmir ionlarından ibarət olan irimolekullu zülaldır. Ferritin orqanizm üçün dəmir deposu funksiyası daşıyır; qaraciyərdə, dalaqda və sümük iliyində toplanır.

Transferrin – suda yaxşı həll olan xırdamolekullu zülaldır, tərkibindəki dəmirin miqdarı 0,13%-dir.

Transferrin qan serumu zülallarının β -qlobulinlər fraksiyasının zülalı olub, orqanizm daxilində dəmirin bir orqandan digərinə daşınmasında iştirak edir.

Fosfoproteinlər – fosforla zəngin olan mürəkkəb zülallardır. Bu zülalların hidroliz məhsulları arasında aminturşulardan əlavə, fosfat turşusu da olur. Fosfoqlükomutaza, pepsin, fosforilaza, qlikogensintaza kimi fermentlər fosfoproteinlərin nümayəndələridir. Südün tərkibinin əsas zülali maddəsi kazeinogen, yumurta sarısının zülalları (vitellin, vitellenin və vitin), yumurta ağında olan ovalbumin, balıq kürüsündə olan ixtulin zülalı fosfoproteinlər sinifinə aiddir; beyin toxumasının zülalları arasında çoxlu miqdarda fosfoprotein vardır.

Fosfoprotein molekulunda fosfat turşusu qalıqları əsasən serinin, nisbətən az

hallarda isə treoninin hidroksil qrupu ilə rabitələninir.

Qlikoproteinlər - molekul strukturuna karbohidrat komponenti daxil olan mürəkkəb zülallardır. Bu birləşmələrin tərkibində karbohidrat komponentləri heterooliqosaxarid və ya heteropolisaxarid strukturuna malik olur. Buna görə də zülalları həqiqi qlikoproteinlər və proteoqlikanlar adlanan 2 qrupa bölmək olar.

Həqiqi qlikoproteinlərin tərkibində monosaxaridlərin 10-a qədər növü – D-qlükoza, D-qalaktoza, D-mannoza, D-ksiloza, L-arabinoza, dezoksişəkərlər (L-fukoza və L-ramnoza), N-asetilqlükozamin və N-asetilqalaktozamin – aşkar edilir. Bundan əlavə, qlikoproteinlərin əksəriyyətində neyramin turşusuna (sial turşuları) rast gəlinir. Qlikoprotein molekullarında karbohidrat və zülal arasında rabitələrin 2 növü mövcuddur: 1) qlikozil-amid rabitələri (N-qlikozid) – monosaxaridlər zülalın tərkibində olan asparaginin amid qrupu ilə birləşir, 2) O-qlikozid rabitələri – monosaxaridlər zülalın tərkibində olan serin və ya treoninin –OH qrupu ilə birləşir. Qlikoproteinlər zülalların ən geniş yayılmış növləridir. Albuminlər istisna olmaqla qan plazmasının zülalları qlikoprotein təbiətlidir. Bir sıra fermentlər (enterokinaza, xolinesteraza) və hormonlar (follikulstimulyasiyaedici hormon, qonadotrop hormonlar, tiroglobulin və s.) qlikoprotein strukturlu zülallardır. Hüceyrələrin səthi membranlarında olan reseptorların hamısı qlikoprotein strukturlu zülallardır; fibrinogen, protrombin və qanın laxtalanmasında iştirak edən bəzi zülallar da qlikoproteinlərin nümayəndələridir.

Proteoqlikanların molekul kütləsi həqiqi qlikoproteinlərə nisbətən böyük olur. Mürəkkəb zülalların bu növünün molekullarında peptid hissəsi kiçik olur və çoxlu miqdarda heteropolisaxarid tipli irimolekullu karbohidrat zəncirləri ilə birləşir. Bu heteropolisaxaridlərin tərkibində aminşəkərlər və uron turşuları olur. Bunlara hialuron turşusu, xondroitinsulfatlar, heparin, heparansulfat və keratansulfat aiddir. Onurğalı heyvanların və insanın birləşdirici toxumasının ara maddəsini təşkil edən proteoqlikanlar bu toxumaların strukturunun formalaşmasında mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, dəridə, sümüklərdə, oynaq kisələrinin sinovial mayesində, gözün buynuz qişasında və şüşəyəbənzər cisminə, vətərlərdə, bağlarda, ürək qapaqlarında eləcə də toxumalarda olan proteoqlikanlar da bu toxumaların strukturunu və mexaniki möhkəmliyinin təmin edirlər.

Lipoproteinlər – yağabənzər maddələrin zülallarla kompleks birləşmələridir. Bunlar şərti olaraq 2 qrupa bölünür: sərbəst lipoproteinlər və struktur proteolipidlər.

Sərbəst lipoproteinlər (qan plazması lipoproteinləri) suda həll olur, üzvi həlledicilərdə (benzol, efir, xloroform və s.) həll olmur. Lipoprotein molekulunda kompleks birləşmənin daxilində lipid, xarici təbəqəsində isə zülal yerləşir. Proteolipid molekullarında isə zülal kompleksin daxilində, lipid isə xarici hissədə

yerləşir. Buna görə proteolipidlər üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur, suda isə həll olmur. Proteolipidlər bioloji membranların əsasını təşkil edir. Onlar miokardda, skelet əzələlərində, böyrəklərdə, ağciyərlərdə, bitki toxumalarında geniş yayılmışdır; sinir liflərinin mielin qişasında xüsusilə çox proteolipid olur.

Qanda olan lipoproteinlərin əksəriyyəti ya bağırsaqların selikli qişasının epitel hüceyrələrində, ya da qaraciyərdə sintez edilir. Qan lipoproteinlərinin aşağıdakı fraksiyaları ayırd edilir:

1. Xilomikronlar – ən aşağı sıxlıqlı zülal-lipid kompleksləridir. Bunların ümumi kütləsinin 98%-ə qədəri lipidlərdən ibarətdir.

2. Pre-β-lipoproteinlər – sıxlığı xilomikronlara nisbətən yüksək olub, çox aşağı sıxlıqlı lipoproteinlər – ÇASL da deyilir; ümumi kütləsinin 80-90%-i lipidlərdən (əsasən triqliserinlər, az miqdarda fosfolipidlər, xolesterin və onun efirləri) təşkil olunmuşdur;

3. β-lipoproteinlər – bunlara aşağı sıxlıqlı lipoproteinlər (ASL) də deyilir; ümumi kütləsinin 70%-ə qədərini lipidlər (əsasən xolesterin və xolesteridlər, bundan bir qədər az – fosfolipidlər, ən aşağı səviyyədə isə triasilqliserinlər) təşkil edir.

4. α-lipoproteinlər – yüksək sıxlıqlı lipoproteinlərdir (YSL); tərkibindəki lipid komponenti ümumi kütlənin 50-60%-ni təşkil edir və bunlar arasında fosfolipidlərin payı daha artıqdır.

Qan plazmasının lipoproteinləri kürəşəkilli hissəciklərdir. Onların sıxlığı artdıqca, diametri kiçilir: hissəciklərin nüvəsini qeyri-polyar lipidlər (triasilqliserinlər, xolesterin efirləri) təşkil edir; nüvəciyin qişasına fosfolipidlər, zülal və sərbəst xolesterin daxil olur. Qanda aşağı və çox aşağı sıxlıqlı lipoproteinlərin (β- və pre-β-lipoproteinlər) artması nəticəsində ateroskleroz törənə bilər. Buna görə lipoproteinlərin adı çəkilən fraksiyalarına aterogen lipoproteinlər deyilir.

Xromoproteinlər – prostetik qrupunu rəngli birləşmələr təşkil edən mürəkkəb zülallardır (yunanca: chroma – rəng, boyaq mənasını verir).

Onların aşağıdakı növləri ayırd edilir:

- ❖ **Hemoproteinlər;**
- ❖ **Xlorofilproteinlər;**
- ❖ **Kobamidproteinlər (tərkibində B₁₂ vitamini vardır)**
- ❖ **Retinalproteinlər (tərkibində A vitamini daxildir)**
- ❖ **Flavoproteinlər (tərkibində B₂ vitamini vardır)**

Hemoproteinlər – bu qrupa hemoqlobin, mioqlobin və bəzi fermentlər (sito-xrom sistemi fermentləri, katalaza, peroksidaza) aiddir. Hem – porfin törəməsi

olan protoporfirin (IX) ikivalentli dəmir ionu ilə birləşməsidir. Kimyəvi strukturuna görə, protoporfirini 1,3,5,8-tetrametil-2,4-divinil-6,7-dipropionat-porfin adlandırmaq olar. IX protoporfirin nüvəsi ilə ikivalentli dəmir ionunun birləşmə məhsulu olan hem heyvan və insan orqanizmlərində əsas oksigendaşıyıcı zülalların- hemoqlobin və mioqlobinin tərkibinə daxildir.

Hemoqlobin – eritrositlərin tərkibinə daxildir. Bu zülalın əsas funksiyası ağciyərlərdən toxumalara oksigeni daşmasıdır. Hər bir hemoqlobin molekulu 4 hem və qlobin adlan 4 polipeptid zəncirdən – bir cüt α - (tərkibinə 141 aminturşusu qalığı daxildir) və bir cüt β -polipeptid zəncirindən (tərkibinə 146 aminturşusu qalığı daxildir) ibarətdir. Hemoqlobin molekulunda aminturşu qalıqlarının ümumi sayı 574-dür. Hemoqlobinin α - və β - polipeptid zəncirlərinin üçüncülü strukturu bir-birinə oxşardır. Hər bir polipeptid zəncirinin spirallarının əmələ gətirdiyi “yumağın” daxilində hem yerləşməsinə müvafiq gələn boşluq vardır.

Hemoqlobinin heterogenliyi. Hemoqlobinin bir neçə fizioloji və patoloji heterogen formaları vardır. Heterogenliyin həm normal (fizioloji), həm də patoloji formaları vardır. Embrional inkişaf dövründə və dölün inkişafının ilk həftələrində (bətndaxili inkişafın 18-ci həftəsinə qədər) qanyaradıcı sistemdə ilkin və ya primitiv hemoqlobin sintez edilir (inqiliscə: primitive – sadə). Bu hemoqlobinin Hb Qover₁ (4 ϵ) və Hb Qover₂ (2 α 2 ϵ) adlanan növləri vardır. Bətndaxili inkişaf dövrünün 3-cü ayının sonunda primitiv hemoqlobinin orqanizmdə ϵ -polipeptidinin sintezi dayanır və onun əvəzində qaraciyərdə γ -polipeptidi sintez edilir; primitiv hemoqlobin döl hemoqlobini və ya fetal hemoqlobinlə (HbF- 2 α 2 γ) əvəz olunur (latınca: foetus – döl). Bu hemoqlobinin zülal hissəsi iki α - və iki γ -polipeptid zəncirindən ibarət olur. Fetal hemoqlobin oksigenlə adi hemoqlobinə nisbətən asan birləşir və onun oksigenlə birləşməsi (HbF·O₂) çətinliklə dissosiasiyaya uğrayır.

Bətndaxili inkişaf dövrünün sonu yaxınlaşdıqca, “yetkin” hemoqlobinin sintezi sürətlənir; buna A hemoqlobini (2 α ,2 β) deyilir (inqiliscə: adultus – yetkin, böyük yaşlı). Yetkin yaşlı şəxslərin qanında 95-96% HbA₁, 2-3% HbA₂ (2 α ,2 δ) və 2%-ə qədər HbF olur.

Hemoqlobin müxtəlif kimyəvi amillərin təsiri nəticəsində dəyişikliyə uğraya bilir. Onun dəyişikliyə uğramış formaları - karbhemoqlobin, karboksihemoqlobin və methemoqlobin orqanizm daxilində əmələ gəldiyinə görə, tibbi biokimya baxımından daha böyük maraq doğurur.

Karbhemoqlobin – hemoqlobinin karbon qazı (CO₂) ilə birləşməsi nəticəsində əmələ gəlir. CO₂ hemoqlobinin N-terminal aminturşusu (valin) ilə birləşir: Karbon qazının hemoqlobinlə birləşməsində hem iştirak etmir. Lakin dezoksihemoqlobin bu reaksiyaya oksihemoqlobinə nisbətən asanlıqla girir; reaksiya asanlıqla da geriye dönə bilir və bu reaksiyanın istiqaməti karbon qazının

parsial təzyiqindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Orqanizmdə karbhemoqlobinin əmələ qəlməsi və asanlıqla dissosiasiyaya uğraması karbon qazının toxumalardan ağciyərlərə daşınmasına, buradan isə xarici mühitə ötürülməsinə şərait yaradır.

Karboksihemoqlobin - hemoqlobinin dəm qazı (CO) ilə birləşmə məhsuludur. Dəm qazı hemin tərkibində olan dəmirə birləşir və dəmirin valentliyi dəyişir. Lakin hemoqlobinin dəm qazı ilə birləşmə qabiliyyəti oksigenlə birləşmə qabiliyyətinə nisbətən 200-300 dəfə yüksəkdir. Bu şəraitdə dəm qazı hemoqlobinin tərkibində oksigenin yerini tutduğuna görə, qanın tənəffüs funksiyası pozulur. Dəm qazı orqanizmə zəhərləyici təsir göstərir və orqanizmdə hemoqlobinin 70%-nin karboksihemoqlobinə çevrilməsi ölümlə nəticələnir. Bu məqsədlə xəstəyə təmiz oksigenlə nəfəs verilməli, bu mümkün olmadıqda isə xəstə dərhal təmiz havaya çıxarılmalıdır. Oksigenin parsial təzyiqinin artırılması karboksihemoqlobinin dissosiasiyasına və qanda oksihemoqlobinin qatılığının artırılmasına imkan verir.

Methemoqlobin – hemoqlobinin qüvvətli oksidləşdiricilər vasitəsilə oksidləşməsi nəticəsində əmələ gələn törəməsidir; tərkibindəki dəmir üçvalentli (Fe^{3+}) olur. Methemoqlobinin əmələ gəlməsinə peroksidazalar, azot oksidləri, nitritlər, xinonlar, Bertole duzu ($KClO_4$) və b. oksidləşdiricilər səbəb ola bilər.

Methemoqlobin oksigenlə birləşmədiyinə görə, normal hemoqlobinin funksiyasını yerinə yetirə bilmir. Methemoqlobin orqanizmdə adi şəraitdə də əmələ gəlir və tezliklə fermentativ üsulla (methemoqlobinreduktaza fermentinin təsiri nəticəsində) reduksiyaya uğrayaraq, hemoqlobinə çevrilir. Lakin onun əmələ qəlməsi sürətləndikdə orqanizm ağır oksigen çatışmazlığına məruz qala bilər. Orqanizmdə az miqdarda methemoqlobinin əmələ qəlməsi karboksihemoqlobinin əmələ gəlməsinə nisbətən az təhlükəlidir. Methemoqlobin sianid (CN^-) anionları ilə asanlıqla birləşərək, sianmethemoqlobinə çevrilir. Methemoqlobinin bu xassəsindən sianidlərlə zəhərlənmə zamanı tibbi yardım məqsədilə istifadə edilir. Belə hallarda xəstənin qan damarlarına methemoqlobin əmələ gətirən maddələrin (məsələn, natrium-nitrit) məhlulları yeridilir.

Hemoqlobin orqanizmdə oksigenin və karbon qazının nəqliçisi, həm də qanın bufer tutumunun tənzimləyicisi funksiyalarını yerinə yetirir.

Mioqlobin - heyvanların əzələlərində oksigenlə birləşmək və onu ehtiyat halında saxlamaq xassəsinə malik zülaldır. Kimyəvi tərkibinə görə hemoqlobinə yaxın olduğundan, əvvəllər bu zülalı əzələ hemoqlobini – miohemoqlobin adlandırırdılar. Hazırda ona mioqlobin deyilir (mioqlobinum: yunanca: myos – əzələ, + latınca: qlobus – kürə). Beləliklə, “mioqlobin” adı bu zülalın əzələlərdə yayıldığını və qlobulinlər sinfinə daxil olduğunu ifadə edir.

Nukleoproteinlər – protamin və histonlar qrupuna aid olan xırdamolekullu zülallarla nuklein turşularının kompleks birləşmələridir. Nukleoproteinlərin zülali

hissəsini təşkil edən protamin və histonlar qələvi xassəli olduğundan nuklein turşuları ilə duzabənzər birləşmələr əmələ gətirir. Nukleoproteinlər kimyəvi strukturuna və bioloji funksiyalarına görə 2 əsas qrupa bölünür: dezoksi-ribonukleoproteinlər və ribonukleoproteinlər.