

APARATUL GOLGI

Structura si functii

Era la sfarsitul secolului XIX intr-un laborator din Italia la profesorul Camillo Golgi care studia diverse sectiuni prin tesuturi si organe animale impregnate cu azotat de argint. Laborantul savantului uita cateva sectiuni prin ganglion spinal de pisica si ganglion spinal de bufnita colorate cu azotat de argint. Era cat pe ce sa le arunce dar profesorul meticulos cum era il ruga sa i le aduca pentru a le observa mai atent la microscopul optic. Spre mirarea sa in jurul nucleului celulei vazu o retea dantelata de firisoare pe care a numit-o "aparatus reticular intern". Cu intuitie geniala Golgi nu a neglijat ceea ce descoperise si impotriva adversarilor sai a sustinut ca e vorba de o structura reala cu rol fiziologic celular pe atunci necunoscut si nicidecum un artificiu de tehnica.

Acest savant calit la cercetarea atenta a mii si mii de preparate avea autoritatea si pregatirea sa-si sustina opiniile.

Anul 1906 avea sa-i aduca premiul Nobel pentru descoperirea sa alaturi de spaniolul Ramon I. Cajal-celebru neurohistolog-care tot prin metoda impregnarii cu azotat de argint a observat ca neuronii nu au continuitate celulara unii cu altii si deci nu fac un fel de sincitiu cum se credea, ci din contra, se afla separati intre ei prin niste contacte numite sinapse.

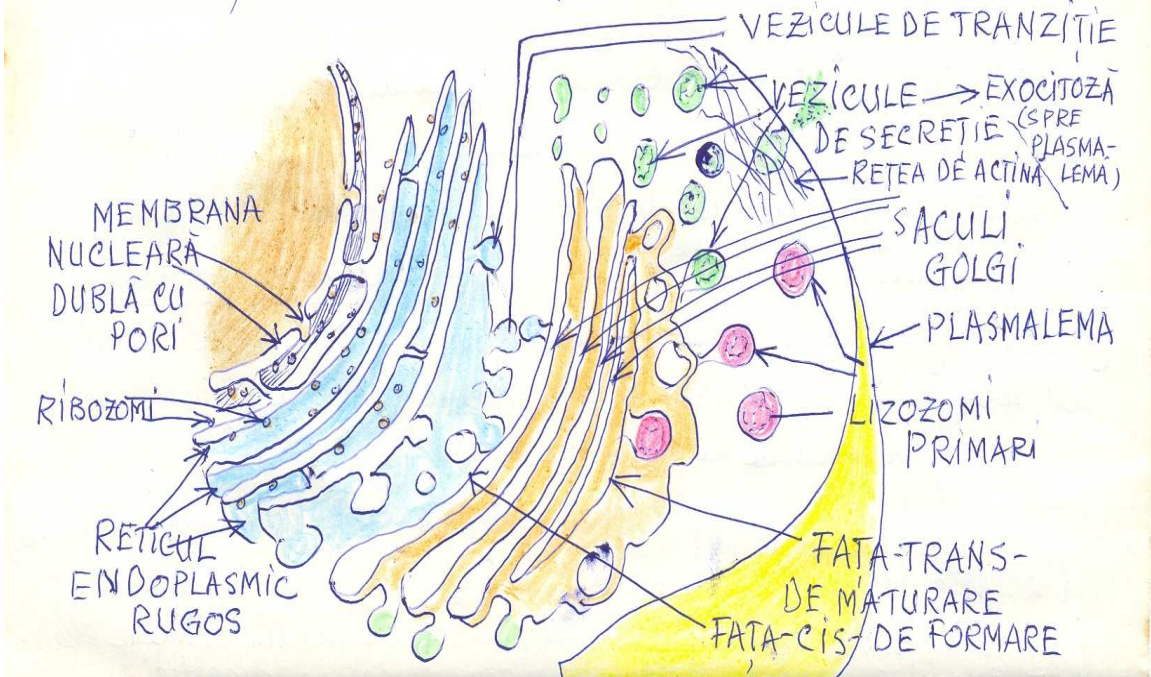
Descoperirea lui Golgi a fost un mare progres al citologiei iar cea a lui Ramon I. Cajal a fost pasul decisiv in intemeierea neurohistologiei moderne.

Mai tarziu dupa vreo 50 ani, neincrederea unora in descoperirea lui Golgi s-a spulberat total caci organitul vazut de el la microscopul optic a fost evidentiat si cu microscopul electronic. De abia atunci ignoranta umana s-a spulberat si organitul acesta a fost denumit aparat Golgi in cinstea descoperitorului sau.

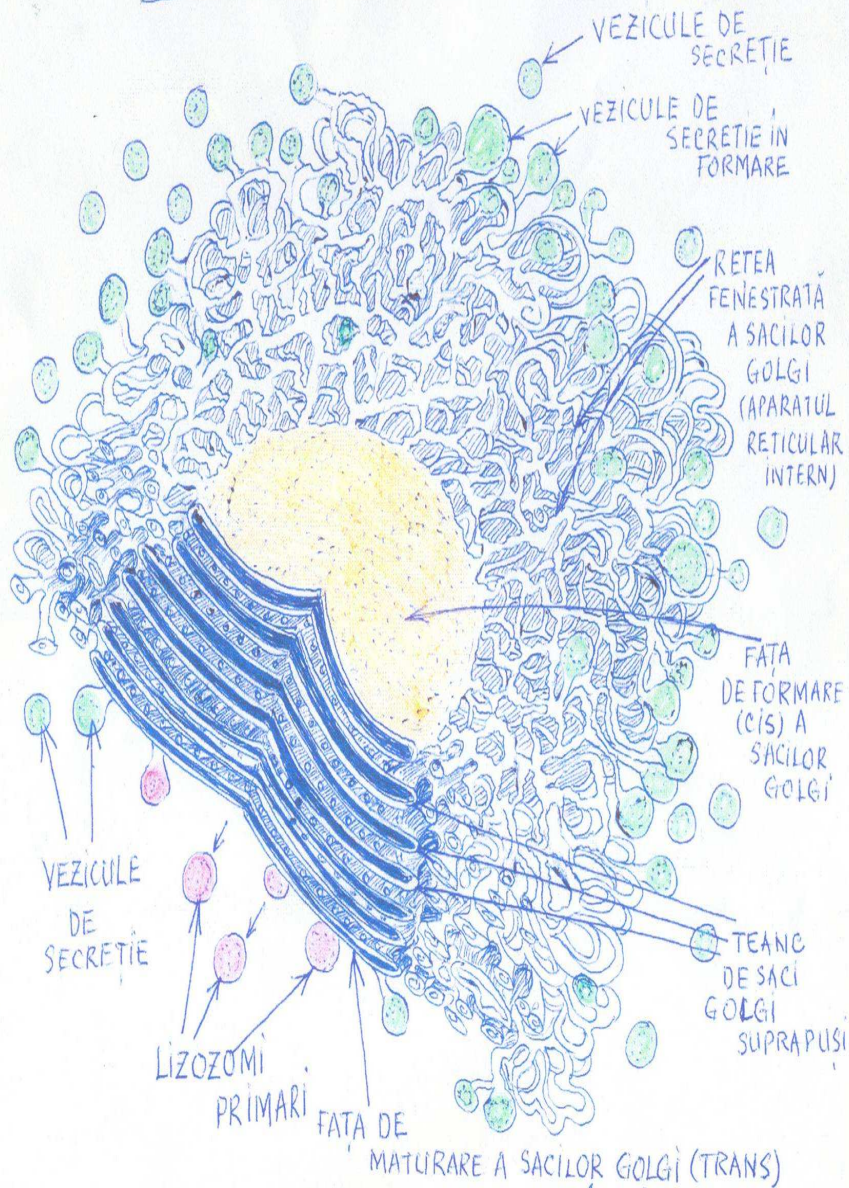
O situatie similara i s-a intamplat si savantului francez Louis Pasteur care a uitat pe pervazul laboratorului un stativ cu eprubete ce contineau amestecuri de ser cu pulbere de maduva spinarii de iepure mort de turbare. Statuse stativul acolo, expus la soare, aproape vreo luna si colaboratorii lui Pasteur au vrut sa-l arunce nemaiastrand rabdarea de a-l testa pe alti iepuri sanatosi ca sa vada transmiterea virusului turbării. Insistentia lui Pasteur de a folosi totusi si acele amestecuri, in teste, a dus la celebra descoperire a vaccinului antirabic-descoperire capitala pentru imunologia si microbiologia moderna. Dar sa revenim la interesantul aparat al lui Golgi care astazi este studiat inca fiind comun atat in celulele umane si animale cat si in cele vegetale.

Microscopia electronica a identificat in paratul lui Golgi trei componente principale (Plansa I):

B) Poziția relativă a aparatului Golgi în celulă



PLANSA I A Organizarea schematică tridimensională
a unui dictiozom (aparato Golgi) constituit din 7 cistene



1. Partea principală alcătuită dintr-un număr variabil (5-11) de saci turti și adesea ușor curbati, așezați unul peste altul ca niște farfurii ce formează un teanc, se află dispusă de obicei în vecinătatea nucleului, cu partea concavă spre nucleu. Fata concavă a sacilor Golgi este numită și fata de formare (sau cis) deoarece aici vin vezicule desprinse din

RE-reticulul endoplasmic. Fata opusa sau externa-convexa este numita si fata de maturare (sau trans) fiindca de pe ea se desprind materiale spre periferie.

2. Intre fata cis si nucleu se observa vezicule mici de cativa nm (nanometri) ce se desprind din RE si fuzioneaza cu sacii Golgi, alcatuind asa numitele vezicule de tranzitie.

3. De pe fata trans sau externa a sacilor Golgi se detaseaza ca si de pe marginile teancului de saci membranosi, vezicule mari cu diametrul in jur de 0,3-3µm numite vezicule de secretie. Aceste vezicule de secretie contin materiale produse de celula folosite pentru export adica pentru a fi eliminate prin exocitoza in procesul de secretie celulara.

Cele trei parti aratate au o continua dinamica deoarece se observa un continuu tranzit de vezicule de tranzitie ce se desprind din RE si apoi vezicule de secretie care parasesc fata externa-trans si marginile sacilor Golgi pentru a fi exportate din celula prin secretie celulara sau exocitoza sau pentru a forma organite noi cum sunt lizozomii etc.

Care sunt functiile aparatului Golgi in celula? Esta o intrebare la care s-a raspuns partial.

1. Secretia celulara-pare a fi de la inceput cea mai evidenta si cea mai importanta. Aparatul Golgi primeste vezicule cu proteine si substante produse in RE, le trece prin sacii sai membranosi si turtiti si dupa ce le modifica, le impacheteaza in vezicule ca produse finale ce se desprind spre exteriorul structurii Golgi. In tot acest proces de secretie se face un fel de dirijare a traficului substantelor si o "imbuteliere" stationara momentan in aparatul Golgi pentru ca apoi, vezicula de secretie cu membrana profund modificata si cu continutul puternic restructurat chimic, sa paraseasca aparatul Golgi. Se produce o concentrare a substantelor sintetizate in RE, apoi urmeaza o prelucrare chimica a lor prin adaugarea de grupari glucidice (cele de la capetele resturilor glucidice grefate pe lanturile polipeptidice de aminoacizi ale proteinelor-glicoproteine, proces denumit glicozilare terminala, sau acelas proces efectuat la glicolipide). Alteori se face adaosul de resturi de acid sulfuric (sulfatarea unor proteine si lipide), sinteza mucopolizaharidelor si gangliozidelor. Concomitent cu aceste transformari chimice complexe se face o sortare a materialelor Golgi prin separarea celor destinate secretiei (prin impachetarea lor in vezicule de secretie ce au insusirea de a fuziona cu membrana celulara-plasmalema) de enzimele lizozomilor pentru ca a doua functie importanta a aparatului Golgi este de a initia:

2. formarea lizozomilor. Proteinele enzime lizozomale sunt sintetizate in sacii aparatului Golgi si aici se separa de proteinele de secretie sau de export si se elimina spre periferia citoplasmei unde devin vezicule membranoase umplute cu proteine-enzime lizozomale adica lizozomi primari.

3. Dirijarea traficului de membrane – Acest trafic de membrane se face sub forma veziculelor de tranzitie care vin din reticulul endoplasmic in aparatul Golgi si a veziculelor de secretie care sunt destinate sa ajunga la plasmalema unde continutul lor este secretat si suprafata plasmalemei se mareste. Toate veziculele care tranziteaza aparatul Golgi (membrane si continutul lor) sufera cum am aratat modificari accentuate deci nu este un simplu trafic de membrane. Sensul de tranzit: RE → aparat Golgi → vezicule de secretie → plasmalema → exocitoza este insotita si de sensul invers: plasmalema → vezicule de endocitoza → aparat Golgi → lizozomi (pentru digestie intracelulara). Exocitoza mareste suprafata plasmalemei ca membrana celulara iar endocitoza micsoreaza aceasta suprafata. Se face deci o reciclare a membranelor celulare

având ca placă turnantă sau de triaj – aparatul Golgi. Procesul de reciclare se face cu consum de energie.

Este surprinzător faptul că în pofida repetatelor fuziuni între membranele celulare (RE cu aparatul Golgi, veziculele de secreție cu plasmalema etc.). Se menține ceea ce este specific fiecărui sistem de membrane în parte adică se păstrează compoziția chimică caracteristică și conținutul chimic al fiecărui tip de vezicule (de tranziție, de secreție, lizozomi primari).

Aparatul Golgi produce și modifică substanțe și le transportă și expediază fiind o “stație centrală” în calea secreției celulare. Foarte multe celule vii din organisme vii de diferite specii au secreții active. Aceste secreții produc rețeaua proteică pe care se depun sărurile de calciu în oase (oseina), altele proteinele cuticulei de la artropode (scorpioni, păianjeni, raci, insecte, miriapode), tot această secreție produsă de celulele glandelor endocrine produce hormoni (secreție internă), iar secreția din celulele glandelor exocrine produce proteinele enzime necesare digestiei extracelulare din tubul digestiv. Celulele din mucoasa căilor respiratorii produc mucusul care sechestrează microbii, particulele din fum, praf, făină, poluanți în vederea expectorării lor sub formă de bulgărași. În neuroni se secretă mediatorii chimici sau neurotransmitatorii obligatorii pentru funcționarea normală a sistemului nervos.

În celulele hepatice – hepatocite se secretă albumina și alte proteine din sânge. George Emil Palade a descoperit mecanismul procesului de secreție celulară adică acea cale comună a secreției celulare – folosind aminoacizi marcați radioactiv și studiind secreția celulară în celula pancreasului exocrin. S-au injectat la cobai aminoacizi marcați radioactiv și imediat după aceea o doză mult mai mare de aminoacizi neradioactivi. Aminoacizii au fost incluși de celulă în moleculele proteice și astfel ca urmărirea radioactivității a permis urmărirea căii pe care o parcurg proteinele de secreție. S-au sacrificat animalele la diferite intervale de timp; după câteva minute radioactivitatea era cantonată în RE de la celulele pancreatice, după 20 de minute ea apărea în aparatul Golgi și veziculele învecinate, iar după 2 ore în veziculele de secreție (numite și granule de zimogen – numit astfel pentru că proteinele enzime din ele sunt enzime pancreatice inițial inactive: tripsinogenul, chimotripsinogenul etc. Așadar secreția celulară are următorul traseu: începe în RE rugos, mai departe în RE neted unde se învelesc proteinele cu membrane rezultând vezicule ce trec în sacii Golgi unde sunt sortate și modificate. Unele vezicule fuzionează cu plasmalema fiind vezicule de secreție sau de export.

Secreția internă de insulină are loc în celule secretoare din insulele endocrine ale pancreasului și este de asemenea o funcție majoră în care este implicat aparatul Golgi. Veziculele de secreție cu proteină – hormon numită insulină trec din aparatul Golgi în citoplasma marginală a celulei unde stau reținută ca într-o sacosă care e ca o rețea de filamente de actină aflate sub plasmalema. Prin această rețea scapă permanent câteva vezicule care sunt exocitate – secretate intern în sânge unde determină scăderea la normal a concentrației de glucoză sanguină – glicemia.

Astfel glicemia este menținută la nivel constant prin secreția pancreatică endocrină, de insulină.

Dacă ingerăm odată cu hrana multe glucide și în special glucoză, nivelul glicemiei sanguine crește – hiperglicemia și aceasta stimulează în 2 timpi secreția de insulină. În primul moment se modifică structura rețelei de filamente de actină care se rarește și veziculele de secreție scapă din rețeaua de filamente, ajung în citoplasma externă

(ectoplasma) și se elimină în vasele de sânge din afara celulelor prin exocitoză. În momentul al doilea se mobilizează din profunzimea endoplasmului, microtubuli proteici care la rândul lor împing spre marginea celulei noi vezicule de secreție endocrină pline cu insulină. Modificările citoscheletului celulei secretoare (microtubuli și rețeaua de filamente de actină) sunt produse de ioni de Ca^{2+} . Creșterea concentrației de glucoză inhibă ieșirea Ca^{2+} din celulă, deci crește concentrația acestor ioni în celulă.