



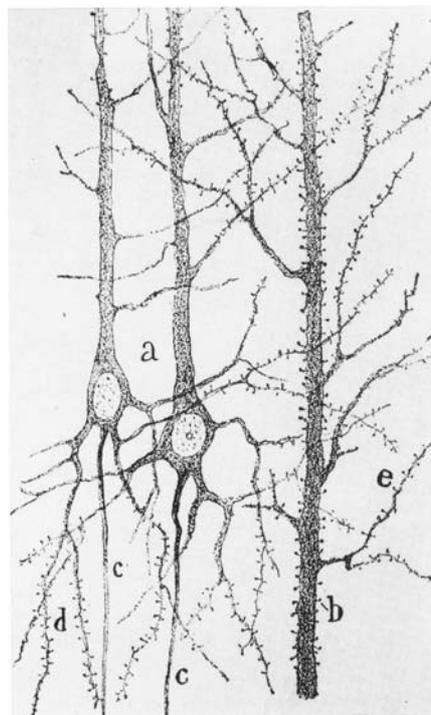
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA



Società Italiana di Farmacologia



**Cremona 6-16 ottobre 2006**  
**Sala della Fondazione Città di Cremona**  
**Piazza Giovanni XXIII, 1, Cremona**



# Gli alberi di Golgi

Mostra artistica nella ricorrenza del centenario  
dell'assegnazione del Premio Nobel per la  
Medicina a Camillo Golgi

**Comitato Promotore e Organizzatore:**

Maurizio Memo (BS)

Gianfranco Berneri (CR)

Sara Anna Bonini (BS)

Fausto Merli (CR)

Giulia Ferrari Toninelli (BS)

Marina Sissa (CR)

Agostino Tonarelli (CR)

Daniela Uberti (BS)

**La Mostra ha il patrocinio del:**

Comune di Cremona

Università degli Studi di Brescia

Fondazione Città di Cremona

Azienda Istituti Ospedalieri di Cremona

Società Italiana di Farmacologia

Società Italiana di Neuroscienze

Associazione Italiana per la Ricerca sull'Invecchiamento Cerebrale

**L'evento è stato possibile grazie ai contributi della**

Comune di Cremona

Fondazione Città di Cremona

Società Italiana di Farmacologia

BF Pharma

## **“Gli Alberi di Golgi”**

Mostra artistica nella ricorrenza dell'assegnazione  
del Premio Nobel per la Medicina a Camillo Golgi

### Presentazione dell'evento

L'occasione del centenario dell'assegnazione del premio Nobel per la Medicina al nostro connazionale Camillo Golgi costituisce un evento storico-scientifico che merita una attenta meditazione. Sono infatti molteplici le manifestazioni scientifiche che mettono in risalto il contributo di Golgi nel campo delle neuroscienze, della biologia cellulare e della elmintologia.

In effetti, la figura di Golgi è molto complessa e sarebbe paradossalmente riduttivo limitarla al ruolo di scienziato. Golgi è stato un valente medico, un filantropo, un serio politico e, aspetto che mi preme sottolineare, un disegnatore estremamente dotato. Seguendo la grande tradizione degli anatomici, Golgi era in grado di riprodurre fedelmente su carta tutto quello che riusciva a vedere al microscopio.

La scoperta fondamentale di Golgi, motivo del premio Nobel, è stata l'identificazione dell'elemento cellulare del cervello (la cellula nervosa) attraverso una colorazione di sua invenzione. L'arte si sposa con la ricerca scientifica quando Golgi, utilizzando la colorazione

cromo-argentea, riesce a riprodurre graficamente, per la prima volta nella storia delle scienze, l'unità fondamentale del cervello: la cellula nervosa. Con questa tecnica, Golgi riuscì a distinguere le cellule motorie da quelle sensoriali, dopo aver individuato varie forme cellulari e la diversa origine dei prolungamenti nervosi. Inconsciamente, Golgi, grazie anche alle sue straordinarie abilità grafiche, mette a disposizione dell'uomo nuove "forme" di espressione della natura. La riproduzione della cellula del Purkinje o dei neuroni piramidali della corteccia cerebrale ne rappresenta una esemplificazione.

La possibilità di evidenziare con metodi scientifici le cellule nervose ha permesso a Golgi di elaborare la teoria della "rete nervosa diffusa". Secondo Golgi, nella sostanza grigia del cervello, esiste una rete costituita da neurofibrille finemente e intimamente intrecciate tra loro. Questa struttura reticolare permette interconnessioni tra diverse strutture cerebrali e, in ultima analisi, il coinvolgimento attivo di tutto il cervello. Questo nuovo modo di vedere il cervello ha costituito la base scientifica per la nascita delle "Neuroscienze".

La rete nervosa diffusa introduce un altro concetto estremamente innovativo. Il coinvolgimento di tutto il cervello nella elaborazione di uno stimolo sensoriale permette ad uno impulso luminoso e colorato di diventare "oggetto" e questo ultimo di evocare ricordi e emozioni.

Tutto questo accade per il coinvolgimento di molte strutture cerebrali, tutte relativamente distanti tra loro, tutte altamente specializzate in funzioni elaborative, tutte collegate attraverso la “rete nervosa diffusa”.

La ricerca di nuove forme presenti in natura è sempre stato un oggetto di grande interesse da parte di artisti in varie epoche. Il desiderio di riprodurre o di prendere ispirazione da elementi naturali è infatti una costante nella storia dell’arte. Il principio di fondo è che la varietà di forme e di combinazioni di colori presenti in natura sono innumerevoli e tali da poter affermare che “la fantasia di espressione della natura supera abbondantemente l’immaginazione dell’uomo”. In questo contesto, Golgi offre all’arte un nuovo mondo di ispirazione.

Questo è l’aspetto di Camillo Golgi che questa iniziativa vuole sottolineare: l’influenza dei disegni di Golgi nell’arte pittorica, dell’arte nello scienziato e della Scienza nell’artista

L’evento, rivolto ad un pubblico laico, è strutturato in una serata introduttiva con una lettura su Golgi artista, riprendendo e approfondendo i concetti sopra esposti, a cui segue l’apertura di una mostra a cui parteciperanno undici artisti dell’area bresciana-cremonese. Ogni artista presenterà due opere, lasciandosi ispirare dai disegni e dal significato delle scoperte scientifiche di Golgi, in piena

libertà di stile e tecnica. Una sezione della Mostra sarà dedicata al tema “Le cellule nervose: come le ha viste Golgi, come si vedono oggi”. In questa sezione saranno presentati 10 pannelli con rappresentazioni fotografiche di cellule nervose riprodotte con le moderne tecnologie di microscopia, e due pannelli con alcune riproduzioni originali dei disegni e degli strumenti di Camillo Golgi. L’evento che si prevede nella prima metà di ottobre a Cremona sarà riproposto in diverse edizioni in tutta Italia.

La mostra artistica è patrocinata e sponsorizzata dall’Università degli Studi di Brescia, il Comune di Cremona, la Fondazione Città di Cremona, la PF Pharma, la Azienda Ospedaliera di Cremona e la Società Italiana di Farmacologia.

Maurizio Memo

## **ELENCO ARTISTI**

**Bertoldi Graziano** (pittore)

Via Massaia Cardinale Guglielmo 5, 26100 Cremona (CR)

Tel. 0372-431003

**Elvieri Vladimiro** (incisore)

Corso Vacchelli 51, 26100 Cremona (CR)

**Garuti Giordano** (pittore surrealista)

Via Fogarole 5, 26100 Cremona (CR)

**Iotti Cecilia** (modellazione argilla)

Via D'Azeglio 23, 43100 Parma (PR)

Cell. 338-5981606 Mail: cecilabo@yahoo.it

**Merli Fausto** (pittore, fotografo)

Via F.Turati 70, 26011 Casalbuttano ed Uniti (CR)

Cell. 339-2444175 Mail: drneon@libero.it

**Mombelli Eugenio** (pittore)

Via Pascoli 6, San Zeno Naviglio (BS)

030-2160207

**Nervi Eugenia** (pittrice)

Via Malcantone 14, 26100 Cremona (CR)

Tel. 0372-459962

**Petrò Paolo** (pittore)

Via Bettole 6, 25040 Camignone (BS)

030 653800 Mail: studio@paolopetro.it

**Sissa Marina** (pittrice)

Via Miglioli 25, 26028 Sesto ed Uniti (CR)

Cell. 329-4931467 Mail: ie@libero.it

**Toni Maria Chiara** (incisore)

Corso Vacchelli 51, 26100 Cremona (CR)

**Verani Beppe** (pittore simbolista)

Via Maggiore 77, 26029 Soncino (CR)

Tel. 0374-85906

## TEMPISTICA E STRUTTURA DELLA MOSTRA

La Mostra si terrà presso la Sala della Fondazione Città di Cremona. L'evento inizia alle 18.00 di venerdì 6 ottobre 2006 con una lettura su "Camillo Golgi artista e scienziato" e con l'apertura ufficiale della Mostra da parte delle Autorità referenti. La Mostra sarà aperta al pubblico per i successivi 9 giorni.

Ogni Artista presenterà due opere per un totale di 18 quadri e 4 incisioni.

Una sezione sarà dedicata al tema "*Le cellule nervose: come le ha viste Golgi, come si vedono oggi*".

Saranno esposti 4 pannelli con i disegni originali di Golgi e 10 riproduzioni fotografiche di cellule nervose ottenute con moderni microscopi e sistemi computerizzati di analisi di immagine.

Verranno esposti anche alcuni strumenti originali utilizzati nella seconda metà del 1800 dai ricercatori per gli studi di anatomia.

Le riproduzioni fotografiche saranno a cura di **Sara Bovini, Giulia Ferrari Toninelli e Daniela Uberti**, del Dipartimento di Scienze Biomediche e Biotecnologie dell'Università degli Studi di Brescia.

Sono previste edizioni in altre città italiane. La Mostra si chiuderà a Brescia con una esposizione del materiale artistico dal 15 al 28 dicembre, in concomitanza delle celebrazioni per l'assegnazione del premio Nobel a Camillo Golgi, organizzate dall'Università degli Studi di Brescia.

Tutte le opere saranno riprodotte su un catalogo che verrà distribuito nelle sedi di esposizione.

## Camillo Golgi



**Istologo (1843-1926) Premio Nobel per la medicina 1906**

*“... La giungla che mi si presentava davanti in quel momento era più affascinante di una foresta vergine: si trattava del sistema nervoso con i suoi miliardi di cellule aggregate in popolazioni le une differenti dalle altre e rinserrate nello viluppo apparentemente inestricabile dei circuiti nervosi che s’intersecano in tutte le direzioni nell’asse cerebro-spinale...”*

**Rita Levi Montalcini Premio Nobel per la Medicina 1986**

( da “ Elogio dell’imperfezione” Garzanti)

Il 28 marzo del 1993, l’Università di Pavia commemorava solennemente il 150° anniversario della nascita di Camillo Golgi, professore di istologia (dal 1875) e di patologia generale (dal 1881). Oltre ad essere stato Rettore di quella Università, Camillo Golgi fu senatore del Regno, socio onorario di varie e prestigiose Associazioni culturali, nazionali ed internazionali e per i suoi studi sul sistema nervoso fu insignito, insieme all’istologo

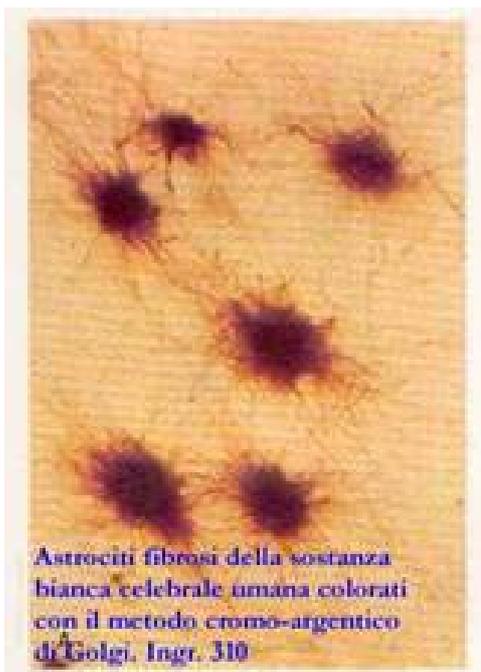
spagnolo S. Ramon y Cajal, del premio Nobel per la medicina e la fisiologia nel 1906. Nello stesso anno il Presidente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, prof. Luigi Amelio, apriva il Convegno di commemorazione di Golgi ricordando che lo stesso era stato socio dell'Istituto dal 1879 al 1897 e che nel corso di quegli anni aveva dato numerosi contributi scientifici ai *Rendiconti* pubblicati da quella Istituzione, tutti di massimo pregio. Il Presidente Amerio citava, in quella occasione, la prima e l'ultima delle *Note* dell'istologo di Corteno. La prima, relativa *all'eziologia delle malattie mentali in rapporto alla prognosi e alla cura*, che Golgi aveva pubblicato all'età di 26 anni nel 1869; l'ultima avente come oggetto *la struttura e la biologia dei cosiddetti globuli o piastrine del tuorlo* pubblicata nel 1923, tre anni prima della morte.

I lavori del periodo 1870-1880, riguardavano essenzialmente *la reazione nera*, il metodo d'impregnazione argentea che lo rese famoso e che fece fare grandi progressi allo studio del sistema nervoso. Altri contributi che si trovano nei rendiconti dell'Istituto riguardano l'istologia del rene, studi sull'infezione malarica, sulla neuropatologia della Corea di Huntington.

Da questi dati iniziali emerge l'importanza che gli studi di Camillo Golgi hanno avuto per il progresso delle scienze biologiche e della medicina.

Camillo Golgi era nato a Còrteno, un piccolo paese in provincia di Brescia situata in Valcamonica famosa per le sue iscrizioni rupestri (arte camuna).

In onore del suo concittadino più illustre, il comune ha aggiunto, all'antico nome quello di Golgi. Dopo gli studi liceali, il futuro premio Nobel si iscrisse alla Facoltà di Medicina dell'Università di Pavia e conseguì la laurea nel 1865. Per alcuni anni si dedicò allo studio delle malattie mentali, avendo preso contatti con la Clinica diretta da Cesare Lombroso, psichiatra e antropologo (Verona 1835- Torino 1909). Nel 1872 si era trasferito, in qualità di medico chirurgo, nell'Ospizio di Abbiategrasso. Nella cucina del piccolo appartamento che gli era stato assegnato, Golgi aveva allestito un piccolo ma efficiente laboratorio di Istologia. Proprio in quei modesti locali



egli mise a punto quella tecnica particolare delle colorazioni delle cellule nervose che sarà poi indicata come la *reazione nera*. La tecnica, come ricorda il prof. Ennio Pannese dell'istituto di Istologia, Embriologia e Neurocitologia dell'Università di Milano, consisteva nell'indurimento delle sezioni di tessuto in una soluzione di bicromato di potassio al 2,5% per un periodo di tempo che variava da 1 a 45 giorni e nella

successiva immersione dei preparati in una soluzione di nitrato di argento (0,5-1%). Gli stessi venivano poi disidratati e ridotti in sezioni spesse (100 micron ed anche più) e rese trasparenti (diafanizzate) in trementina. Infine erano deposte su un vetrino e ricoperte di uno strato di resina. Per poterle

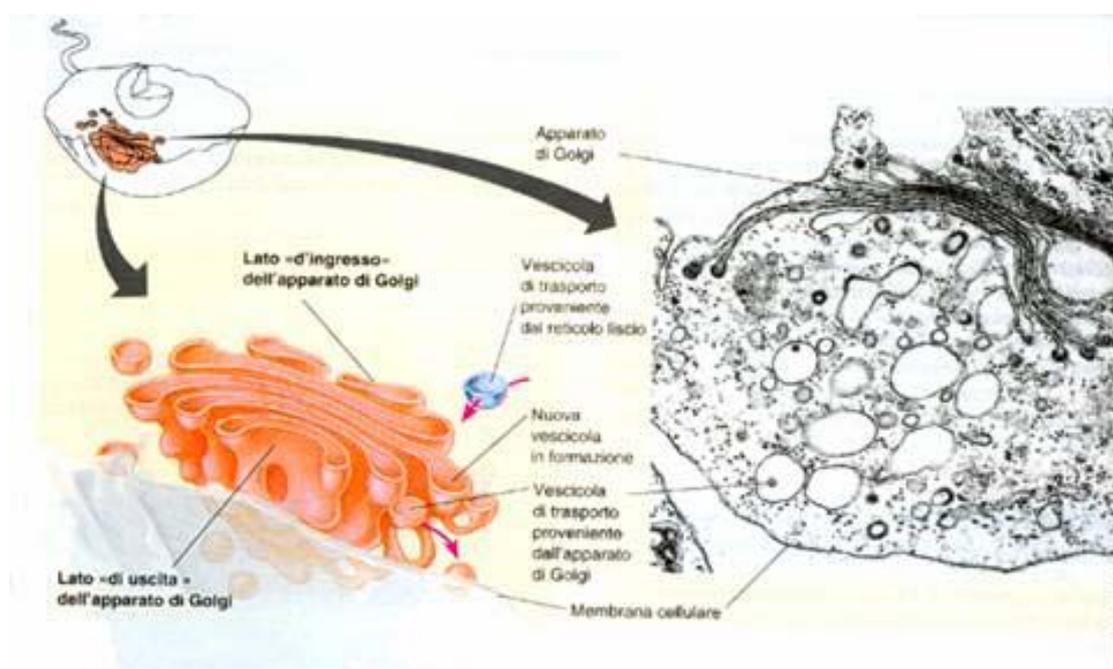
osservare da entrambi i lati, Golgi montava le sezioni su un vetrino coprioggetto che poi era fissato su di un supporto di legno forato al centro. La visione che si presentò all'istologo di Pavia, era costituita da singoli neuroni, e dai loro prolungamenti, impregnati di nero risaltanti su un fondo giallo.

Con tale tecnica s'impregnavano solo pochi neuroni, dall'1%, al 5%, ma tutti in maniera molto efficace. Da questo aspetto che, come ricorda il prof. Pannese, potrebbe sembrare una limitazione, deriva la formidabile utilità della *reazione nera*. Considerando, infatti, che per seguire il decorso di un lungo assone occorre preparare sezioni molto spesse, se l'impregnazione riguardasse l'intero assetto delle fibre presenti, non sarebbe possibile distinguere un neurone dalla fitta rete in cui esso è compreso. A questo proposito, Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), definì nel 1909, la *reazione nera* di Golgi come una dissezione di alcuni dei tanti neuroni che formano un organo nervoso. Utilizzando il microscopio elettronico, in tempi più recenti si è potuto comprendere il meccanismo dell'impregnazione argentea a livello cellulare. Il precipitato si deposita all'interno della matrice citoplasmatica ma lascia inalterati i mitocondri ed il nucleo. Successive osservazioni, del 1972 hanno evidenziato che la reazione avviene progressivamente. Nelle prime fasi si forma un reticolato endocellulare di fibrille, ognuna delle quali ha uno spessore di circa 40nm che presenta dei piccoli granuli densi di 25-60nm. Con il progredire della reazione, i granuli aumentano di volume e cominciano a rendersi evidenti anche sulla superficie del neurone. Con il passare del tempo, essi tendono a

formare un'incrostazione continua che ricopre tutto il corpo del neurone e i suoi prolungamenti. Dall'esame chimico delle incrostazioni è risultato che esse sono costituite da cromato di argento. Sul motivo per il quale solo alcuni neuroni assorbono il colore, sono state formulate numerose ipotesi. Una di queste prevede che la colorazione, ed il grado d'impregnazione, dipenderebbero dallo stato metabolico del neurone e dalla particolare funzione che esso esplica nel momento in cui il tessuto è sezionato.

Golgi comunicò la sua scoperta il 2 agosto 1873 sulla Gazzetta Medica Italiana-Lombarda. Come spesso accade, la notizia passò quasi inosservata nonostante che nello stesso anno un autore tedesco, Franz Boll (1849-1879) avesse pubblicato su una rivista di medicina un ampio resoconto del lavoro dell'istologo italiano. Non ebbero fortuna neanche i lavori dello stesso Golgi, sul cervelletto, pubblicati nel 1874, o quelli sui bulbi olfattivi del 1875, e sul midollo spinale del 1881. I primi riconoscimenti arrivarono con la pubblicazione della *Fine anatomia degli organi centrali del sistema nervoso* che fu stampato a Reggio Emilia dalla tipografia Calderini e la cui diffusione fu affidata all'editore Ulrico Hoepli di Milano.

Nel 1880, Golgi aveva presentato gli stessi lavori al Regio Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; quale tangibile riconoscimento gli era stato assegnato il premio della Fondazione Fossati. Negli anni 1883 e 1886 egli decise di dare maggiore diffusione alle sue ricerche pubblicando la sintesi dei suoi studi sui tessuti nervosi sulle *Archives Italiennes de Biologie*



rivista fondata nel 1882 per assicurare la diffusione all'estero dei lavori italiani più rilevanti. Come si apprende da una comunicazione di Luigi Belloni, socio dell'Istituto Lombardo, i lavori di Golgi furono diffusi ed apprezzati solo a partire dal 1885, ben 12 anni dopo l'invenzione della tecnica della *reazione nera*. Nel 1887, il medico ed istologo tedesco Rudolf Albert Koelliker (1817-1905), personalità autorevole nel suo campo, mostrò alla Società fisico-medica di Wurzburg alcuni preparati che Golgi gli aveva inviato dall'Italia, ed altri allestiti da lui stesso utilizzando le

istruzioni dell'istologo italiano. Nella relazione che seguì, Koelliker elogiò in modo incondizionato il lavoro del suo collega italiano affermando tra l'altro: *Fino ad oggi non si conosce nessun procedimento che mostri con tanta perfezione le cellule nervose degli organi centrali ed anche gli elementi della nevroglia.*

E' interessante soffermarsi sulle cause del ritardato riconoscimento dei meriti sperimentali di Golgi. Molto sinteticamente si può dire che in quel tempo venivano proposte numerose tecniche istologiche e quella di Golgi venne considerata, quindi, una delle tante. In secondo luogo è da considerare una certa incostanza della reazione che non sempre presentava risultati chiari, se lo sperimentatore non era sufficientemente esperto; infine il fatto che Golgi non pubblicò i suoi risultati su riviste di grande diffusione internazionale.

Uno dei risultati più importanti della tecnica di Golgi fu di poter osservare in modo chiaro e distinto il neurone nella sua interezza. Fu così possibile stabilire che le cellule nervose avevano forme diverse ed, in rapporto al numero dei prolungamenti, esse poterono essere divise in *multipolari, bipolari, a T, monopolari, amacrini (provvisi di soli dendridi)*. Inoltre un risultato importante fu quello di definire i dendriti come terminazioni libere, al contrario di quello che sosteneva la maggioranza dei ricercatori del tempo. La nuova tecnica messa a punto da Golgi, permise di capire che le cellule nervose non erano immerse in una sostanza amorfa, bensì accompagnata da una serie di cellule dalle forme e funzioni diverse. Questo

apri la strada ad ulteriori approfondimenti e permise uno sviluppo vertiginoso della anatomia microscopica. Dopo qualche decennio di applicazione di questa tecnica fu possibile studiare la morfologia degli *astrociti* (cellule della nevroglia, o glia, che è rappresentata dagli elementi trofici o di sostegno dei neuroni) e i rapporti che essi contraggono con i vasi sanguigni (Golgi 1885); furono scoperti i canalicoli di secrezione delle cellule parietali presenti nelle cellule gastriche (Golgi 1893); fu descritta, negli anni 1895 e 1902, da Romeo Fusari (1857-1919) e Emilio Verratti (1872-1967) una struttura reticolare situata nel sarcoplasma delle fibre muscolari striate, oggi definita *reticolo sarcoplasmatico*. Per finire, la tecnica della *reazione nera* permise allo stesso Golgi di scoprire quell'apparato citoplasmatico che prende il nome appunto di *apparato del Golgi*.

Messo in evidenza per la prima volta nelle cellule nervose, nel 1898, questa struttura è stata poi, com'è noto, ritrovata in tutte le cellule dei vertebrati. E' il caso di ricordare che molte discussioni nacquero sulla reale esistenza di questa struttura. Secondo alcuni ricercatori essa doveva essere considerata un artefatto della tecnica di colorazione (si colora anche con il tetrossido d'osmio). Come ricordava il prof. Alberto Stefanelli, nel suo libro di *Istologia ed Embriologia* edito dall'Ateneo di Roma 1962, le numerose osservazioni fatte da vari autori dimostrarono la reale esistenza di questo complesso sistema di cisterne e canali, le cui funzioni di secrezione all'interno delle diverse cellule erano già state confermate dallo stesso Golgi in cellule di mucosa gastrica. L'avvento della microscopia

elettronica ha poi permesso di chiarire la precisa ultrastruttura di detto apparato.

Nel periodo tra la prima e la seconda guerra mondiale, la tecnica della *reazione nera* fu quasi del tutto dimenticata. Essa ritornò in auge dagli anni cinquanta del secolo scorso in concomitanza con l'introduzione, nello studio della neurocitologia, della microscopia elettronica.

Una delle prime applicazioni in questo campo fu lo studio dettagliato delle sinapsi, le strutture nervose che servono da giunzioni tra un neurone ed un altro e che prevedono la presenza di numerose sostanze neurotrasmettitori. La tecnica in questione permise di identificare, per ciascuna sinapsi, a quali tipi di neuroni apparteneva l'elemento *presinaptico* e quello *postsinaptico*, contribuendo così alla completa comprensione del meccanismo di trasmissione dello stimolo nervoso. Le applicazioni *moderne* della tecnica sono ancora innumerevoli e non necessariamente legate alla microscopia elettronica. Basti pensare agli studi sull'evoluzione e sull'ontogenesi del sistema nervoso nei vertebrati e nell'uomo, o alla determinazione quantitativa delle ramificazioni dell'albero dendritico che è effettuata con l'ausilio del microscopio ottico.

Così il prof. Pannese conclude il suo intervento a proposito del metodo di colorazione di Golgi: *Si può tranquillamente affermare che la reazione messa a punto da Golgi è ancora una tecnica pienamente valida e di grande utilità; di pochissime tecniche si può affermare la stessa cosa.*