

# Elektroforéza

Rozdělení proteinů na základě pohyblivosti v el. poli

**K realizaci je nutné mít:**

- Stejnoseměrný el. proud
- Speciální elektroforetické vany
- Vhodný pufr a nosič (dříve papír, acetátcelulóza, agar) nyní agaróza polyakrylamidový gel

# Elektroforéza v imunologii

molekuly s (-) nábojem → **k anodě (+)**

(+) nábojem → **ke katodě (-)** proti zrychlení působí **odpor prostředí**

**pohyblivost molekul je dána:**

## 1. velikostí povrchového náboje

- elektrochemicky se uplatňují pouze *skupiny na povrchu globule* ~

**KONFORMAČNÍ STRUKTURA**

- velmi silně se mění *vlastnosti při denaturaci* ~ na povrch se dostanou další skupiny → *mění se elektrochemické vlastnosti*

## 2. velikostí molekul

- větší se pohybují pomaleji ~ *odpor prostředí*

- záleží i na *velikosti síta nosiče*

## 3. tvaru molekul

- *kulovité* se pohybují rychleji

## 4. podmínkami prostředí

\* typ nosiče ~ *agaróza, polyakrylový gel* \* hodnota pH tlumivého prostředí /*pufry*/

\* iontové složení prostředí

- *2 způsoby elektroforézy:*
- **• volná** ~ volný elektrolyt, elektrody volně v roztoku
- - *po vypnutí proudu molekuly difundují zpět*
- → nákladné a nepřesné
- **• zónová** ~ zvýšení viskozity prostředí, ve kterém se elektroforéza provádí
- ( *ve vodě větší rychlost difuze než ve škrobu* )
- - vytváří se tedy **pórovité gely** - škrob, acetylcelulóza, agar, polyakrylamid, agaróza
- - **směs bílkovin se nanese do míst startu, pustí se el. proud → bílkoviny se detekují**

**PÓROVITÉ NOSIČE** jsou ponořeny **do vodivého roztoku /pufru/**

- funkce: přenos el. proudu

- udržování konst. pH → dělené molekuly během elektroforézy nemění náboj

**elektroforéza globulinů**

- kvalitativní a kvantitativní určení, popř. i pro separaci

dělení: • podle náboje

• podle velikosti molekul ( $M_r$ )

# Imunoelektroforetické metody

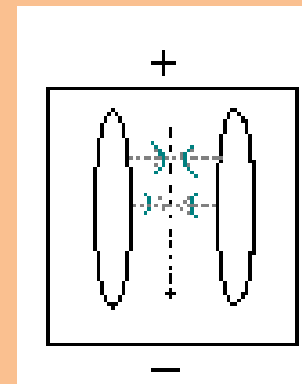
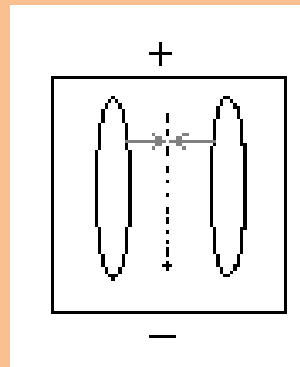
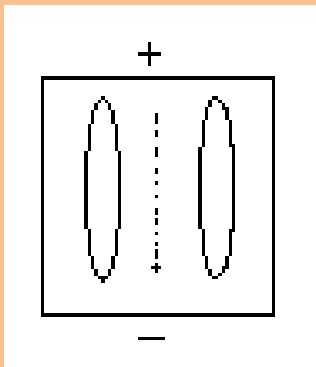
- kombinace metod elektroforetických a imunodifúzních
- Bílkoviny se dělí v závislosti na molekulové váze a elektrickém náboji jednotlivých molekul v přítomnosti vhodného pufru a na vhodném nosiči. Při běžné elfo se sérum dělí na zónu albuminu,  $\alpha - 1$ ,  $\alpha - 2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  globulinů. Stanovení zastoupení jednotlivých frakcí může mít význam při hodnocení stádia zánětlivého procesu. Při akutních zánětech stoupá zastoupení  $\alpha - 1$ , později i  $\alpha - 2$ , při chronických zánětech dochází ke zvýšení zastoupení  $\gamma$  globulinů a poklesu albuminu.
- imunoelektroforéza **podle WILLIAMSE a GRABARA**
- **RAKETOVÁ** imunoelektroforéza
- **PROTISMĚRNÁ** imunoelektroforéza
- **DVOJROZMĚRNÁ** imunoelektroforéza

## Dělení

- jednotlivé obloučky znamenají jednotlivé bílkoviny
- detekce až 35 sérových proteinů

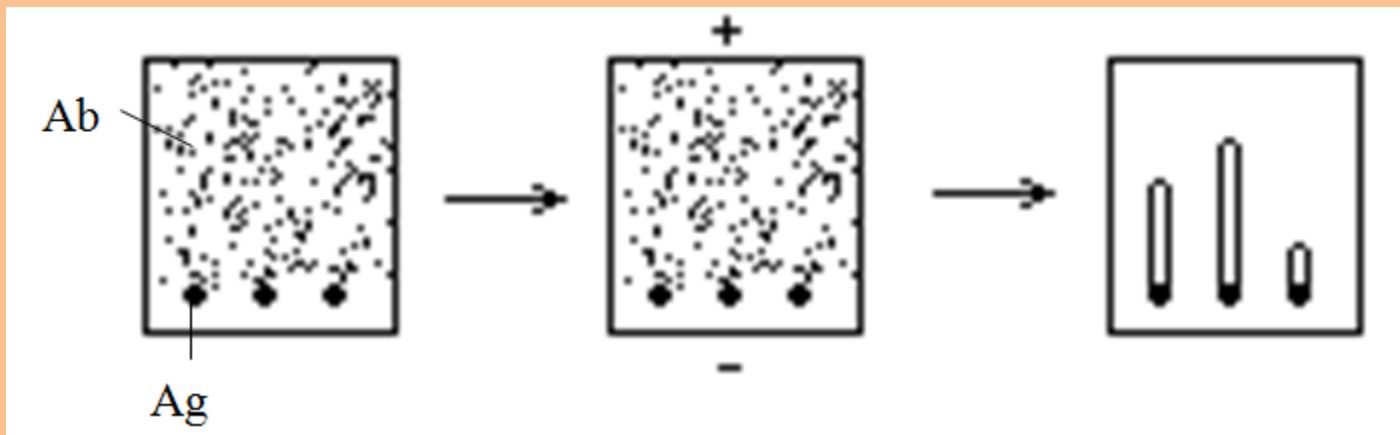
# Imunoelektroforéza podle WILLIAMSE a GRABARA:

- - 1953 Williams a Grabar
- - 2 stupně: 1. **nalití destičky** ( agarózní gel s pufrem )
- vytvoření 2 žlábků a nanesení Ag mezi ně
- po rozdělení elektroforézou se do žlábků 2. napipetují **protilátky**
- inkubace 48 hodin v lednici → dochází **k DIFUZI**
- → v místě ekvivalence se vytváří **PRECIPITAČNÍ obloučky**

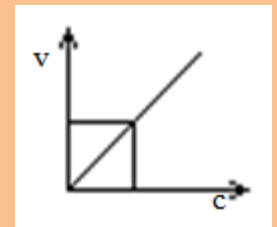


# Raketová

- - *Laurell 1966*
- - kombinace jednoduché radiální imunodifúze s elektroforézou
- - monospecifická Ab + jeden Ag /či směs Ag/



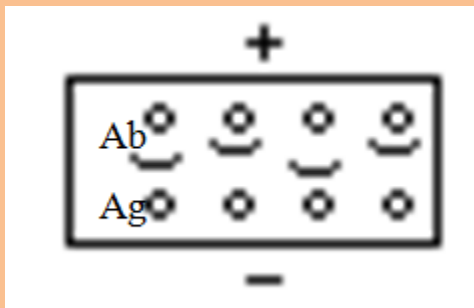
užívá se pro **zjišťování koncentrace Ag** –  
koncentrace je přímo úměrná výšce „raketky“



kalibrační křivka:

# PROTISMĚRNÁ imunoelektroforéza

- obměna jednosměrné dvojité imunodifúze, kdy je ***pohyb urychlován el. proudem***



2 řady jamek:

**Ab**...vždy k (-)

**Ag**...pouze ty se (-) nábojem

- v místě ekvivalence ***vzniknou precipitační obloučky***

# DVOJROZMĚRNÁ imunoelektroforéza

- vypracována nezávisle na sobě : 1965 Laurell a Laurellová  
1966 Clair a Frieman
- postup: • čistý gel + Ag – elektroforéza, rozřeže se



- nanese na čisté sklíčko a zalije se gelem, který obsahuje **rozptýlené polyspecifické protilátky:**



- v místě ekvivalence se vytvoří **precipitační útvary** – výška a plocha útvaru je úměrná koncentraci Ag:



v séru lze detegovat až 50 proteinů



## Využití těchto metod:

<i>Metoda</i>	<i>KVALITATIVNÍ</i>	<i>KVANTITATIVNÍ</i>
<i>1.</i>	++	-
<i>2.</i>	-	++
<i>3.</i>	++	-
<i>4.</i>	++	+

*legenda:*

++...velmi vhodná

+.....vhodná

-.....nevhodná

# *Imunoelektroforetické metody*

- **Využití:** Imunoelfo séra se v současné době používá výhradně k průkazu **monoklonálního imunoglobulinu v lidském séru – paraproteinu – monoklonální gamapatie**. Je vždy produkován klonem buněk vycházející z jedné plazmatické b., mající genetickou informaci pro tvorbu jedné variabilní oblasti lehkých a těžkých řetězců a jedné třídy Ig molekuly. Na rozdíl od imunoglobulinů běžného séra s velkým mn. různých variabilních oblastí Ig molekul.
- **Praxe:** Při podezření na monokl. gamapatii se stanovuje mn. mono,-bi,-nebo oligoklonálních protilátek, které jsou produkty jednoho nebo několika málo patologicky zmnožených kmenů B lymfocytů
- **Paraprotein** se nachází. **1.** u nemocných s myelomem (nádor vycházející z plazmatických buněk) **2.** při jiných malignitách lymfatického systému, **3.** při chronických zánětech **4.** ve vyšších věk. skupinách

# Imunofixace

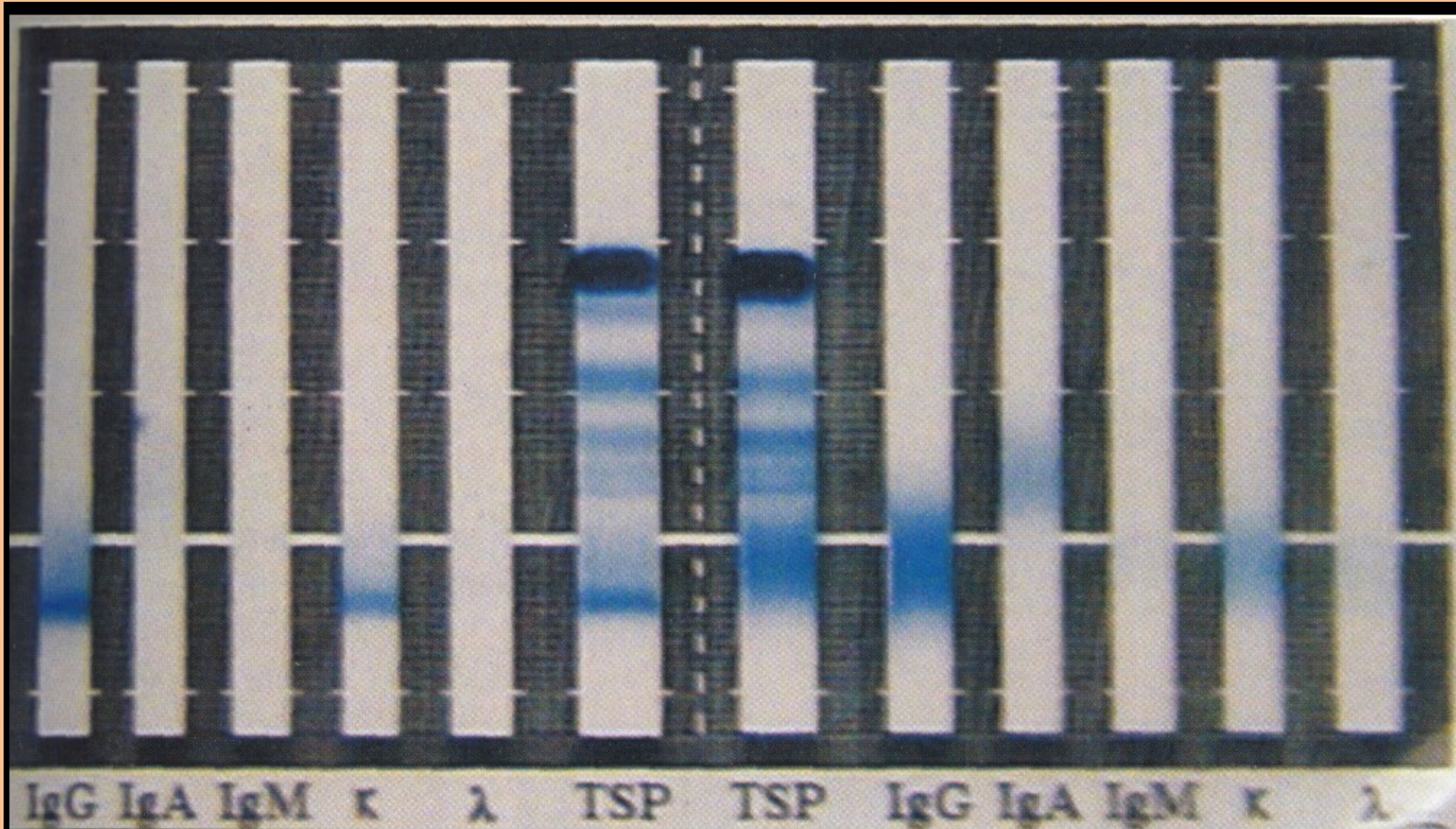
Rozdělení různých proteinů na základě jejich pohyblivosti v el. poli modifikační metodou

1. **stupeň:** Elfo vyšetřovaného séra
2. **Stupeň:** na agarózu se položí plastikovaná maska s výřezy, naplní se s antiséry (antiIgG, IgA, IgM, anti kappa, anti lambda), pak porovnání s precip. reakce s normálním sérem ,TSP – testovaná séra pacientů

## Hodnocení

a) Okometricky

b) densitometricky



- **Výsledek:**

- TSP levé patologické, vpravo normální nález
- Levá ELFO patologická v paraproteinu IgG, řetězec kappa
- Vpravo ELFO normální
- Vzniká neobvyklý pruh při klasické elfo séra, neboť paraprotein se pohybuje uniformně (stejný náboj a Mr). V určitém místě elektroforetického pruhu způsobí vysokou koncentraci Ig příslušné třídy. Při následné precipitaci s přidáním antisérem je v oblasti, kam paraprotein doputoval, výrazně více antigenu, precipitační linie je deformovaná a posunuta blíže ke žlábkku s antisérem

