# একক 9 ❑ ইমিউনোগ্লোবিউলিনের আকৃতি ও শ্রেণীবিভাগ এবং জন্মগত ও অর্জিত ইম্যুনিটি [Structure and classification of immunoglobulin, acquired and innate immunity]

**গঠন**


9.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

9.2 ইমিউনোগ্লোবিউলিন— গঠন ও শ্রেণীবিভাগ

9.2.1 ইমিউনোগ্লোবিউলিন কেন ও কখন তৈরী হয়?

9.2.2 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের গঠন বা আকৃতি ঃ সাধারণ চেহারা

9.2.3 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের শ্রেণীবিভাগ এবং প্রত্যেকটি শ্রেণীর গঠনগত বিভেদ

9.2.4 ইমিউনোগ্লোবিউলি অণু পাঁচটির বিস্তারিত উপাদানগত ও চরিত্রগত বিবরণ

9.2.5 সারাংশ

9.2.6 প্রশ্নাবলী ঃ অনুশীলনী A

9.3 জন্মগত ও অর্জিত ইমিউনিটি

9.3.1 জন্মগত বা 'ইনেট' ইমিউনিটি

9.3.2 অর্জিত ইমিউনিটি

9.3.2.1 অর্জিত ইমিউনিটির প্রকারভেদ

9.3.3 সারাংশ

9.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

9.5 উত্তর সংকেত

9.5.1 অনুশীলনী - A-র উত্তর

9.5.2 অনুশীলনী - B-র উত্তর

9.5.3 সর্বশেষ প্রশ্নাবলীর উত্তর

## 9.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

**প্রস্তাবনা ঃ**

**ইমিউনতন্ত্র বা ইমিউনিটি** (Immune system or Immunity) হল মেরুদন্ডী প্রাণীর বিবর্তনের পথে ও অবলুপ্তিকে করার এক বিশেষ ক্ষমতা যা দেহের কিছু বিশেষ কোষের দ্বারা জীবানু ও পরজীবীর বহিরাক্রমণের পথে বাধা সৃষ্টি করে। সংবহনতন্ত্রের কিছু বিশেষ কোষের (T ও B) দ্বারা নিঃসৃত কিছু অণু ও সেই কোষগুলির নিজেদেরও কিছু আকৃতি ও প্রকৃতিগত গুণের দ্বারা তারা 'সেল্ফ' (Self) অর্থাৎ শরীরের নিজস্ব অংশ হিসাবে চিনে নেয় ও বহিরাগত অর্থাৎ 'ননসেল্ফ' (Non-Self) পদার্থগুলিকে অপসৃত করে। ফলে ছত্রাক, ব্যাক্টেরিয়া, ভাইরাস প্রভৃতি জীবাণু, এককোষী বা বহুকোষী পরজীবী প্রাণী, এমনকি ক্ষতিকারক রাসায়নিক অণুকেও দেহের বিশেষ ক্ষতিসাধন করতে বাধা দেয়। B কোষ নিঃসৃত যে সকল অণু **'হিউমোরাল ইম্যুনিটি'** (Humoral immunity) নামক অনাক্রম্যের জন্য দায়ী তারই নাম **ইমিউনোগ্লোবিউলিন** (Immunoglobulin)।

**উদ্দেশ্য ঃ**

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

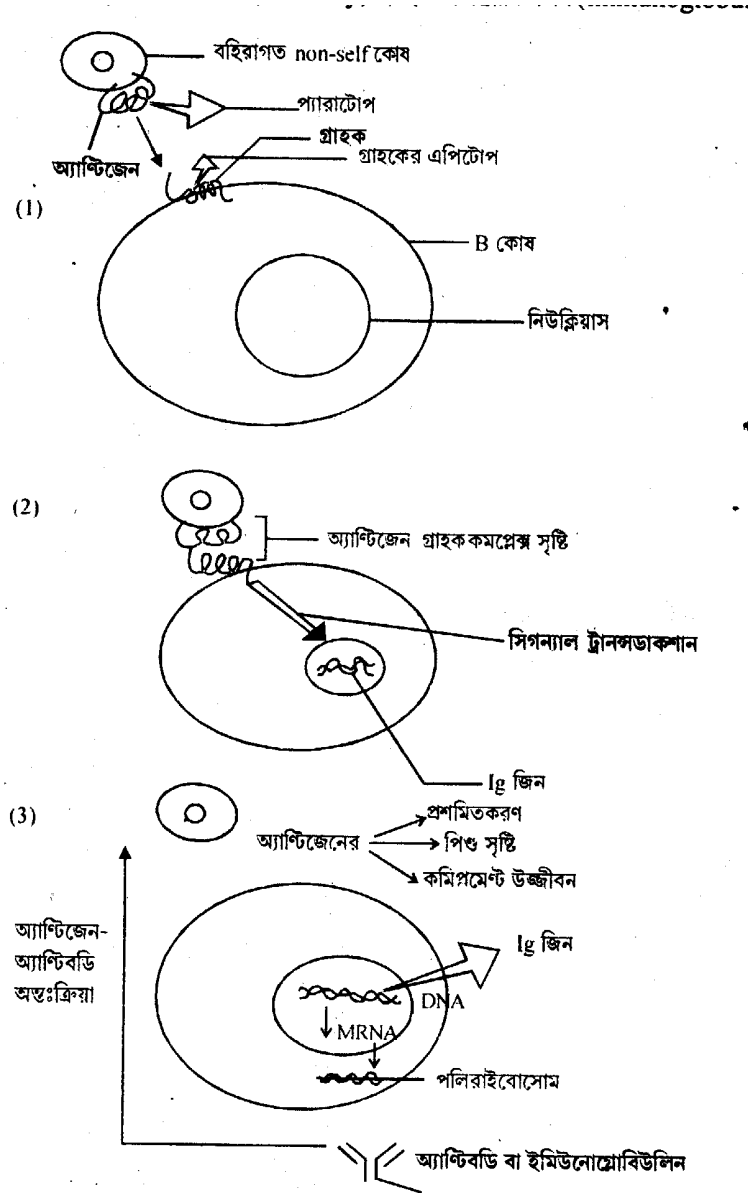
- ইমিউনতন্ত্র সম্পর্কে জানতে পারবেন;
- কিভাবে ইমিউনোগ্লোবিউলিন নামক এই অণুগুলি আমাদের দেহে প্রতিনিয়ত তৈরী হচ্ছে সে বিষয়ে অবগত হবেন;
- ইমিউনোগ্লোবিউলিন কিভাবে মেরুদন্ডী প্রাণীর রক্ষাকবচ হিসাবে কাজ করে তার বিষয়ে সম্যক জ্ঞান লাভ করবেন;
- রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা অর্জন করতে দেহ কিভাবে এই অণুটির আকৃতি ও প্রকৃতিগত প্রকারভেদ ঘটায় তার বিষয়ে জানতে পারবেন;
- এই জ্ঞান আপনি কিছু রোগ নির্ণয় ও তার প্রতিকারের কাজেও ব্যবহার করতে পারবেন;
- সর্বোপরি এর তেকে টিকা (Vaccine) প্রস্তুত সম্পর্কেও স্পষ্ট ধারণা জন্মাবে;
- পুঁথিগত জ্ঞান ছাড়াও এর প্রয়োগ বাস্তব জীবনে স্বাস্থ্য সম্বন্ধে সচেতনতা ঘটানোর কাজেও লাগতে পারে।

## 9.2 ইমিউনোগ্লোবিউলিন ঃ গঠন ও শ্রেণীবিভাগ

### 9.2.1 ইমিউনোগ্লোবিউলিন কেন ও কখন তৈরী হয় ঃ

একটি B কোষের গায়ে কিছু প্রোটিন-নির্মিত অণু যাকে, যার নাম গ্রাহক (Receptor)। গ্রাহকগুলির কিছু বিশেষ অংশ বহিরাগত বস্তু (অণু) চেনবার কাজে ব্যবহৃত হয়। এরা অ্যামাইনো অ্যাসিড দিয়ে গঠিত। অর্থাৎ কিছু বিশেষ অ্যামাইনো অ্যাসিডের (amino acid) সমষ্টি যাকে **এপিটোপ** (Epitope) বলা হয়। তারা কিছু অন্য অণুর বিশেষ অ্যামাইনো অ্যাসিডের সমষ্টিকে 'চেনে' (recognition), তাদের বলে **'প্যারাটোপ'** (paratope)।

প্রথমোক্ত অণুগুলির অর্থাৎ কোষ গ্রাহকের অংশগুলি **'অ্যান্টিজেন'** (antigen) অর্থাৎ দ্বিতীয়োক্ত অণুগুলিকে 'ধরে' (reception) এবং এর ফলে সেই পরিণত B কোষ বা প্লাজমা কোষ কিছু প্রোটিন সৃষ্টি ও নিঃসৃত করে কোষপৃষ্ঠে এই অ্যান্টিজেনকে ধ্বংস করে। এই শেষোক্ত অণুটিই **'অ্যান্টিবডি'** (antibody) বা **ইমিউনোগ্লোবিউলিন** (immunoglobulin) (চিত্র 9.1)




চিত্র 9.1— অ্যান্টিবডি সৃষ্টির গোড়ার পরিণত B কোষ বা প্লাজমা কোষকে উজ্জীবিত করে ও অ্যান্টিবডি সৃষ্টির জিনে অ্যান্টিবডি তৈরী ও নিঃসরণ করে অ্যান্টিজেনকে ধ্বংস করার প্রক্রিয়া।

### 9.2.2 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের গঠন বা আকৃতি ঃ সাধারণ চেহারা

মানুষের দেহে পাঁচ প্রকার ইমিউনোগ্লোবিউলিন পাওয়া যায়। IgG, IgA, IgM, IgD এবং IgE, ইমিউনোগ্লোবিউলিন Ig এবং শেষোক্ত অক্ষরটি সেই ইমিউনোগ্লোবিউলিনটির কোন বিশেষ প্রকৃতি বোঝায়। শ্রেণীগুলিকে 'আইসোটোপ' (isotope) বলা হয়। প্রত্যেক আইসোটাইপে একই অ্যান্টিজেন চেনার এপিটোপ বা determinant থাকে। তার মানে একটি খরগোসের শরীরে উৎপন্ন মানুষের IgG র ইমিউনোগ্লোবিউলিন সমস্ত রকম মানুষের IgGর সঙ্গে বিক্রিয়া করবে কারণ তাদের আইসোটাইপ ডিটারমিনান্টগুলি (isotype determinants) এক বা একইরকম।

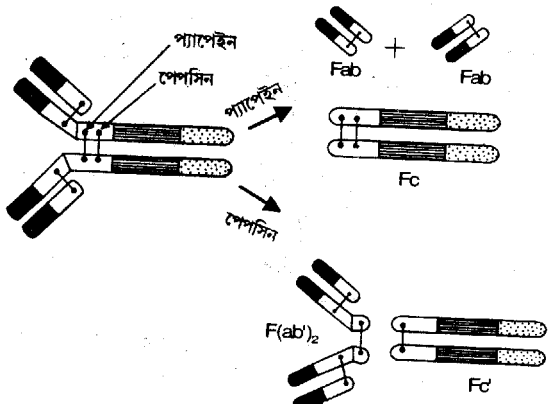
সাধারণভাবে সমস্ত অ্যান্টিবডি বা ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণু—

(i) দুইটি একইরকম (identical) **'ভারী শৃঙ্খল'** (heavy chain) এবং দুইটি একইরকম **'হাল্কা শৃঙ্খল'** (light chain) দ্বারা গঠিত যারা পরস্পরের সঙ্গে **ডাইসাল্ফাইড বন্ধনীর** (disulphide bond) মাধ্যমে যুক্ত।

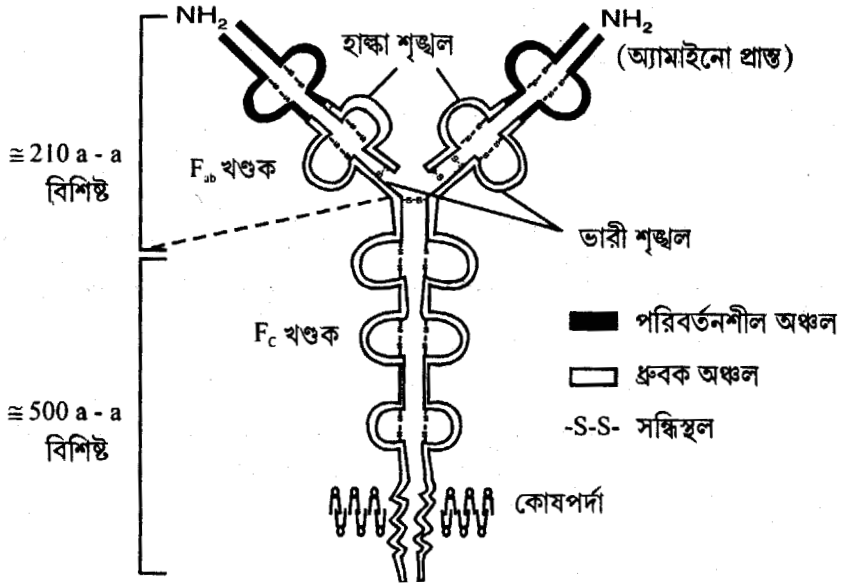
(ii) এই শৃঙ্খলগুলি S—S বন্ধনীর অ্যাসিডিফিকেশান (acidification) প্রক্রিয়ায় আলাদা করা যায়।

(iii) উন্মুক্ত বন্ধনীটি প্রোলিনের (proline amono acid) আধিক্যের ফলে প্রোটিয়েজের (protease) উৎসেচকের সাহায্যে 'ভাঙা' যেতে পারে। এই কারণে অনুটিকে (I) **প্যাপেইন** (papain) দ্বারা দুইটি একইরকম দেখতে **খণ্ডকে** (fragment) ভাঙা যায় যার প্রত্যেকটির একটি করে অ্যান্টিজেন ধরার স্থান বা Fab (antigen binding fragment) আছে এবং তৃতীয় খণ্ডকে অ্যান্টিজেন ধরার স্থান নেই, কিন্তু 'কমিপ্লমেন্ট ফ্যাক্টর' ধরার স্থান বা Fe (complement binding fragment) আছে।

(iv) অণুটিকে **পেপসিন** একটা অন্য জায়গায় ভাঙে যাতে বড় একটি **Fe'** খণ্ডক ও ছোট একটি F(ab') খণ্ডক পাওয়া যায়। $F(ab')_2$-এই নামকরণের কারণ এটি অ্যান্টিজেন ধরার পরিপ্রেক্ষিতে এখন ডাইভ্যালেন্ট (diavalent) (চিত্র 9.2 ও 9.3)।




চিত্র 9.2— ইমিউনোগ্লোবিউলিন একটি প্রোটিন নির্মিত অণু। দুইটি ভিন্ন প্রোটিয়েজ্ (protease) উৎসেচক প্যাপেইন ও পেপসিন কিভাবে এটিকে গঠন মানে খণ্ডন করে তা দেখানো হয়েছে।




চিত্র 9.3 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের সাধারণ গঠন।

### 9.2.3 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের শ্রেণীবিভাগ ঃ

ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুর 'ভারী শৃঙ্খল' বা 'হেভি চেন' (heavy chain) বা H-চেন পাঁচটি ভিন্ন প্রকারের হয়। সেই H-চেনের নাম অনুযায়ী ইমিউনোগ্লোবিউলিন 5টি শ্রেণীতে বিভক্ত। IgG, IgA, IgM, IgD, IgE পর্যায় অনুযায়ী কোন পর্দায় ওদের উপস্থিতি যথাক্রমে অধিক থেকে স্বল্প।

প্রত্যেক ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুর গঠনগত প্রকৃতি ভিন্ন রকম।

**সারণী 1 ঃ ইমিউনোগ্লোবিউলিনের বৈশিষ্ট্য**

| | IgA | IgD | IgE | IgG | IgM |
|---|---|---|---|---|---|
| L-Chain বা হাল্কা শৃঙ্খল | K বা λ | K বা λ | K বা λ | K বা λ | K বা λ |
| H-Chain বা ভারী শৃঙ্খল | α | δ | ε | γ | μ |
| রক্তে শতকরা Ig র উপস্থিতি | 15 | <1 | <1 | 1 | 5 |
| H, L জোড়ার সংখ্যা | 1, 2 বা 3 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| সেডিমেন্টেশান কোইফিসিয়েন্ট | 7,10,13,5 | 75 | 8.5 | 75 | 205 |
| অর্ধজীবন (দিন) | 5 | 2-3 | 2.3 | 25-30 | 9-11 |

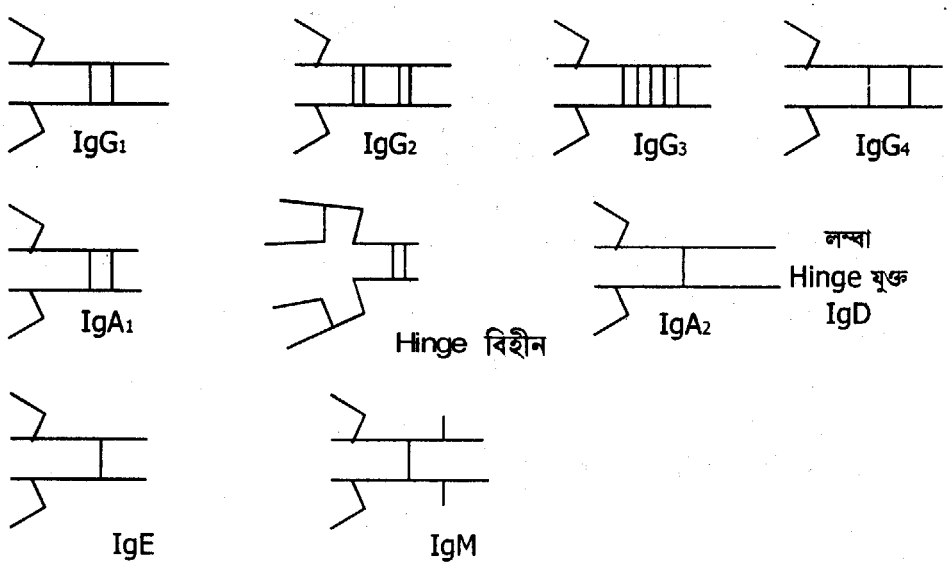
H-চেনের আণবিক ভর ঃ 50–55 KD (কিলোডাল্টন)

L-চেনের আণবিক ভর ঃ 20–25 KD

H-চেনের আনুমানিক অ্যামাইনো অ্যাসিড সংখ্যা ঃ 450

L-চেনের আনুমানিক অ্যামাইনো অ্যাসিড সংখ্যা ঃ 214

প্রত্যেক ইমিউনোগ্লোবিউলিনেই দুই প্রকার L-চেন বা হাল্কা শৃঙ্খল পাওয়া যায় - কান্না (K) এবং ল্যামডা (λ)। ডাইসাল্ফাইড সন্ধিস্থলগুলিও ভিন্ন ভিন্ন প্রকারের পাওয়া যায়। কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হল (চিত্র 9.4)।




চিত্র 9.4 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের বিভিন্ন প্রকার সন্ধিস্থল বা বন্ধনী।

-S-S-বন্ধনীর অবস্থান, সংখ্যা অনুযায়ী Ig অণুর প্রকারভেদ পাওয়া যায়। 1,2,3 সংখ্যাগুলি Subscript- এ ইডিওটাইপ বোঝায় অর্থাৎ আকৃতিগত ও রাসায়নিক প্রকার এক হলেও তাদের গুণগত কিছু ধর্মের ভিন্নতা প্রকাশ পায়।

আকৃতিগত ব্যবধান অনুযায়ী 5 প্রকার ইমিউনোগ্লোবিউলিনের গঠনের চেহারা দেওয়া হল চিত্র 9.5 এ।

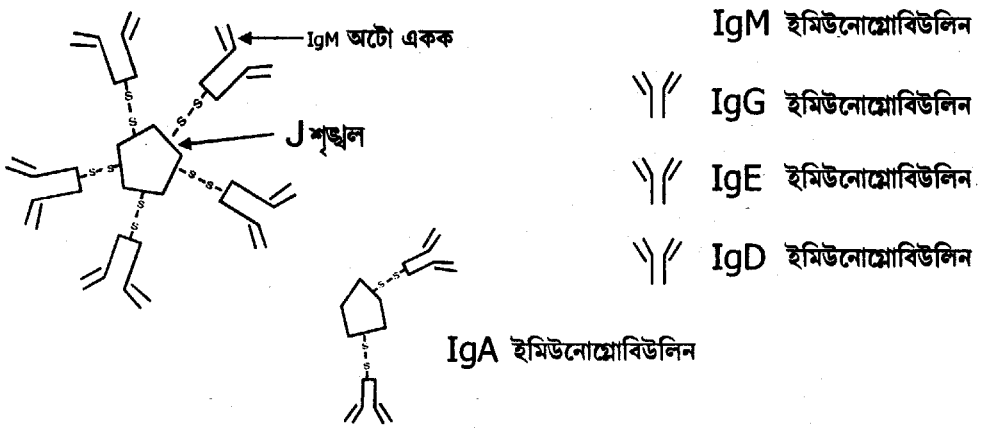
### 9.2.4 ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণু পাঁচটি বিস্তারিত বিবরণ ঃ

**A) IgG :**

এটি সবথেকে ভালোভাবে জানা ইমিউনোগ্লোবিউলিন। যুক্তরাষ্ট্রের রকফেলার বিশ্ববিদ্যালয়ের এডেলম্যান এবং অক্সফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের পোর্টার এই দুই বিজ্ঞানির গবেষণা থেকেই ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুটির রাসায়নিক গঠন ও প্রকৃতি সম্পর্কে জানা যা। তাঁরা এই গবেষণার জন্য 1972 সালে যুক্তভাবে নোবেল পান।

**IgG এর গঠনগত রাসায়নিক বিশ্লেষণ ঃ**

IgG অণুটির প্রতিটি অর্দ্ধেক অংশে (চিত্র 9.5) 4টি পলিপেপ্টাইড শৃঙ্খলের মধ্যে দুটি ভারী ও দুটি হাল্কা শৃঙ্খলের অ্যামাইনো অ্যাসিড সারী (amino acid sequence) দেখে H এবং L শৃঙ্খলগুলির সম্পর্কে নিম্নলিখিত গুরুত্বপূর্ণ তথ্যগুলি জানা যায়।

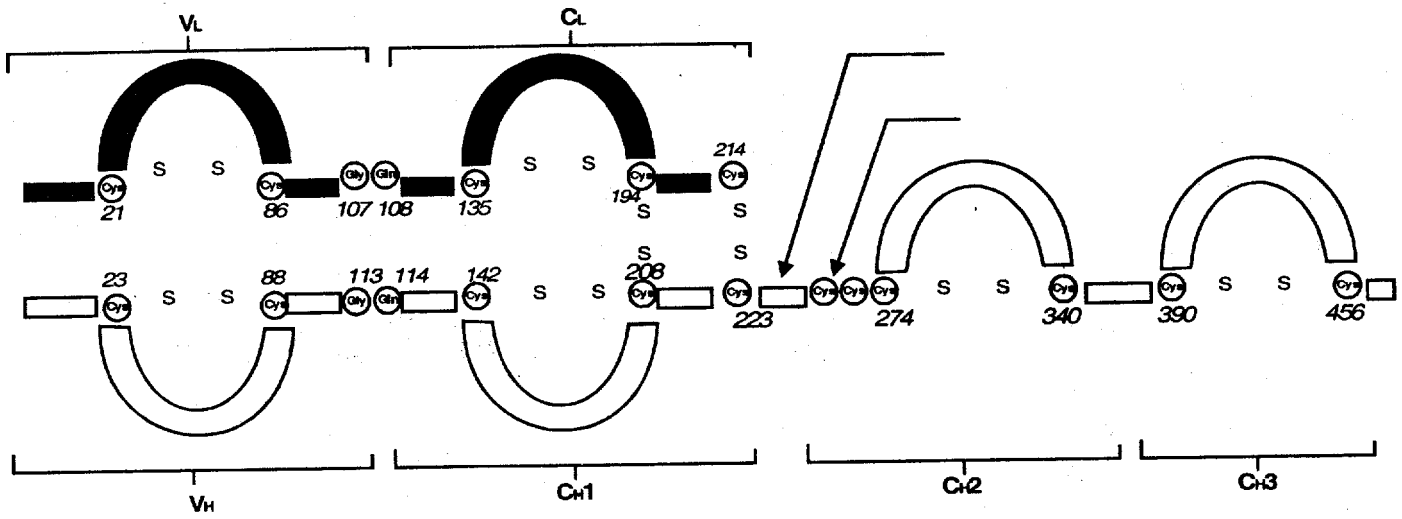



চিত্র 9.5 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের শ্রেণীগুলির আকৃতিগত প্রকারভেদ। সাধারণভাবে কতগুলি অটো এককের সমষ্টি একটি অ্যান্টিবডি অণু গঠন করে তার গঠনভিত্তিক আকৃতি।

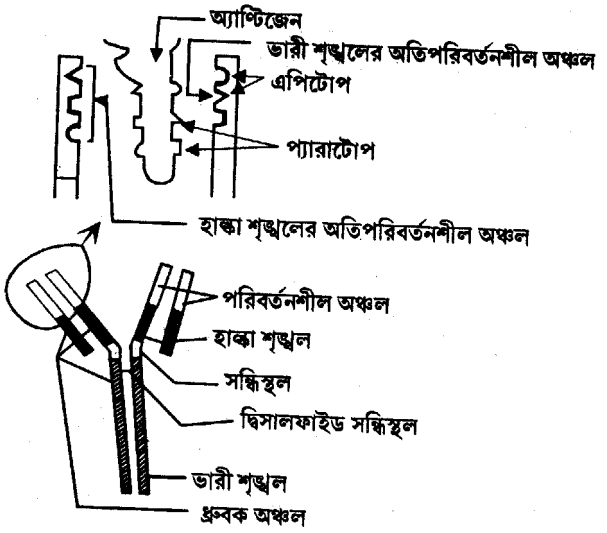
(i) (a) **L শৃঙ্খলের λ** -প্রকারের শৃঙ্খলগুলির কার্বক্সিল প্রান্তগুলি একইরকম। K-প্রকারের শৃঙ্খলগুলিও একইরকম তবে λ ও K প্রকারের পরস্পরের -COOH প্রান্তগুলি ভিন্ন প্রকারের। এগুলি তাদের ধ্রুবক অঞ্চল যাদের যথাক্রমে Cλ ও $C_K$ বলে অভিহিত করা হয়।

(b) অ্যামিনো প্রান্তগুলির গঠন কিন্তু λ এবং K শৃঙ্খল দুটিতেই ভিন্ন। এগুলিকে Vλ ও $V_K$ নামে অভিহিত করা হয়।

(c) সুতরাং L শৃঙ্খলের 214টি অ্যামাইনো অ্যাসিডই কিন্তু একটি বিশেষ (unique) ভাবে সাজানো। এই বিশেষ অ্যামাইনো অ্যাসিড বিশিষ্ট অঞ্চলগুলিকে 'ডমেইন্' (domain) নামে চিহ্নিত করা হয়।




চিত্র 9.6 IgG অণুর একার্ধ; L-হাল্কা শৃঙ্খল; H-ভারী শৃঙ্খল; V-পরিবর্তনশীল স্থান; C- ধ্রুবক স্থান; $C_H1$, $C_H2$, $C_H3$ ভারী শৃঙ্খলের তিনটি সুস্পষ্ট ধ্রুবক অঞ্চল; -S-S ডাইসাল্ফাইড বণ্ড; Cys-সিসটিন; Gly-গ্লাইসিন; Gln-গ্লুটামিন অ্যামাইনো অ্যাসিড। সংখ্যাগুলি অ্যামাইনো অ্যাসিডের ক্রম।



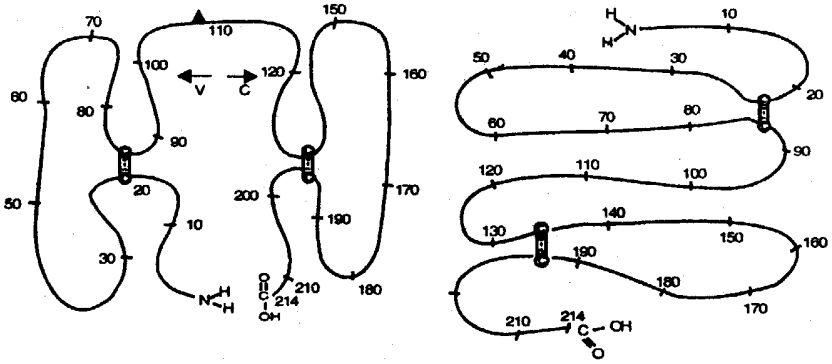

চিত্র 9.7 ঃ ইমিউগ্লোবিউলিনের ''অতিপরিবর্তনশীল' অঞ্চল। বিভিন্ন প্রকারের অ্যান্টিজেন চেনার ক্ষমতা অর্জন করতে অ্যান্টিবডির হাল্কা শৃঙ্খল ও ভারী শৃঙ্খলের কিছু স্থানের অ্যামাইনো অ্যাসিড পরিকাঠামোতে অতিমাত্রায় পরিবর্তনশীলতা দেখা যায়।

(ii) **হাইপারভেরিয়েবল অঞ্চল (Hypervariable region) বা অতিবর্ত্তনশীল অঞ্চল**— ইহা ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুর ভারী বা হাল্কা শৃঙ্খলের এমন সব অঞ্চল (L-শৃঙ্খলের প্রথম 107টি অ্যামাইনো অ্যাসিডের মধ্যে) যার অ্যামাইনো অ্যাসিডের 'সিকোয়েন্স' বা পরস্পার্য বিভিন্ন রেসিডিউগুলিতে আলাদা। এই আলাদা হওয়াটা সাধারণ VL বা পরিবর্তনশীল অঞ্চলের থেকে অনেক বেশী মাত্রায় পরিবর্তনশীল। প্রত্যেকটি VL শৃঙ্খলে আছে (HV)-অ্যামাইনো অ্যাসিড নং 30 থেকে 35, 50 থেকে 55 এবং 95 থেকে 100 এর মধ্যে 3টি এমন অতিপরিবর্তনশীল স্থান। এরা ইমিউনোগ্লোবিউলিনগুলিকে অধিক মাত্রায় বিভিন্ন প্রকারের অ্যান্টিজেন অণু চিনতে সাহায্য করে। (চিত্র 9.7)

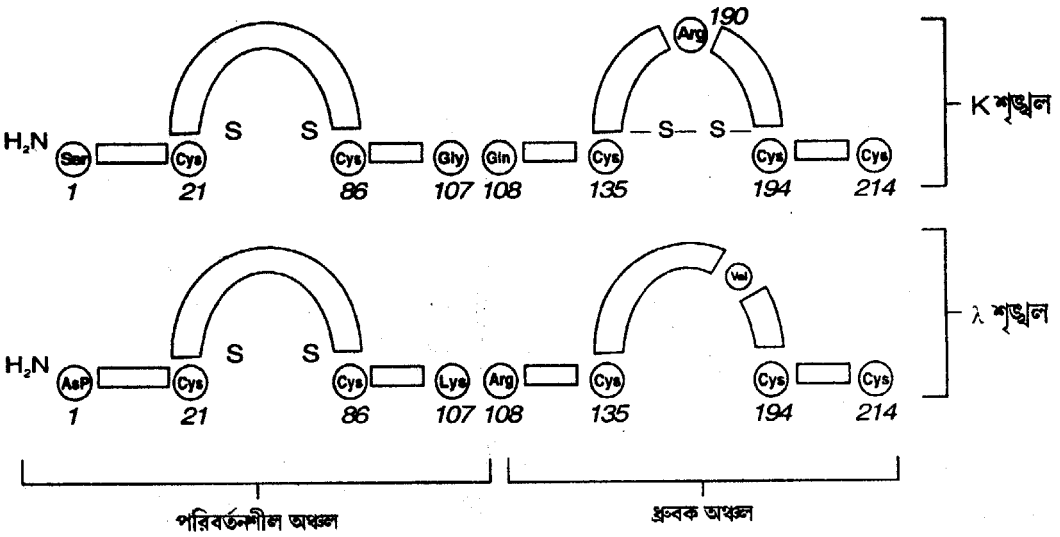
ভারী শৃঙ্খলের পরিবর্তনশীল অঞ্চলেও অনুরূপ 'হাইপারভেরিয়েবল' ডমেইন আছে।

(iii) **'বেন্স্ জোন্স্ প্রোটিন'** — মাল্টি পল্ মায়োলোমা এবং ওয়াল্ডেনস্ট্রমের ম্যাক্রোগ্লোবিনিমিয়া জাতীয় কর্কট (cancer) রোগগ্রস্থ মানুষের রক্তে এবং মূত্রে এই প্রোটিনটি পাওয়া যায়। IgG এর L-শৃঙ্খলের অ্যান্টিসেরা এই বেন্স্ জোন্স প্রোটিনের (Bence Jones Protein) সঙ্গে বিক্রিয়া করে। সুতরাং এটি নিঃসন্দেহে L-শৃঙ্খল বা হাল্কা শৃঙ্খল। এটি দুই রকম— $\lambda$ ও K।

(iv) একই মানুষ λ এবং K - দুই প্রকারের শৃঙ্খলই তৈরী হয় এবং ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুতে পাওয়া যায়, তবে একসঙ্গে একই অণুতে নয়। তাই IgG এর গঠনগত ফর্মূলা হতে পারে $H_2K_2$ এবং $H_2\lambda_2$ (H-ভারী শৃঙ্খল)। 2 : 1 অনুপাতে একজন মানুষের মধ্যে এরা থাকে (চিত্র 9.8, 9.9)।



চিত্র 9.8 ঃ বামে λ শৃঙ্খল ও ডাইনে k শৃঙ্খল। নম্বর লেখা স্থানগুলি অ্যামাইনো অ্যাসিডের স্থান প্রদর্শন করছে। C-সিস্টিন; -S-S-দ্বিসালফাইড সেতু; $N\begin{matrix}H\\H\end{matrix}$ — অ্যামাইনো প্রান্ত; $C(=O)OH$ = কার্বক্সিল প্রান্ত।




চিত্র 9.9 ঃ λ ও শৃঙ্খলের গঠনগত তুলনা ঃ নম্বর লেখা স্থানগুলি অ্যামাইনো অ্যাসিডের স্থান। Ser- সেরিন; Cys - সিস্টিন্, Gly - গ্লাইসিন্; Gln - গ্লুটামিন্; Arg - আর্জিনিন, Asp - অ্যাস্পারাজিন্; Lys - লাইসিন্; Val - ভ্যালিন্।

(v) L - শৃঙ্খলের অ্যালোটাইপ প্রোটিনগুলি আকৃতি ও প্রকৃতিগতভাবে একরকম কিন্তু অ্যান্টিজেন চেনার ক্ষমতা এদের আলাদা।

(a) $C_L$ - ডোমেইনে অ্যালোটাপি সৃষ্টি করা থাকে। যেমন $K_m$l -এ 153 স্থানে ভ্যালিন্ ও 191-এ লিউসিন্ আছে, কিন্তু $K_m$2-তে অ্যালানিন্ ও লিউসিন্ ও $K_m$3-তে যথাক্রমে অ্যালানিন্ ও ভ্যালিন্ থাকে।

(b) λ-শৃঙ্খলের অ্যালোটাইপগুলির নিজস্ব প্রকৃতিভেদ আছে তাই তাদের সাধারণ অ্যালোটাইপ বলা হয় না।

(vi) IgG-র ভারী শৃঙ্খলকে λ-শৃঙ্খল বলা হয়, কারণ তারা অন্যান্য ইম্যুনোগ্লোবিউলিনের H-শৃঙ্খলের থেকে স্বতন্ত্র।

(a) IgG-র কার্বোহাইড্রেট অংশটি (মোট ভরের 2.5 শতাংশ) সমানভাবে দুইটি γ-শৃঙ্খলের মধ্যে বিভক্ত এবং সেটি শৃঙ্খলের $F_c$ অংশ বর্তমান। শর্করার মধ্যে ম্যানোজ, গ্যালাক্টোজ, N-অ্যাসিটাইল গ্লুকোস্যামিন্, N-অ্যাসিটাইল্ গ্যালাক্টোস্যামিন ও সায়ালিক অ্যাসিড থাকে। প্রধানত অ্যাসপারজিন অ্যামাইনো অ্যাসিডটি পলিস্যকারাইডগুলিকে পেপটাইড দণ্ডের সাথে জোড়ে। সেরিনও অনেক সময় এই কাজটি করে থাকে।

(b) H-শৃঙ্খলের ধ্রুবক ও পরিবর্তনশীল অঞ্চল 121 টি অ্যামাইনো অ্যাসিড বিশিষ্ট। H-শৃঙ্খলের $NH_2$ প্রান্তটি পরিবর্তনশীল স্থান। এটি Fab খণ্ডকে থাকে। $V_H$ বা Vγ র দৈর্ঘ্য L-শৃঙ্খলের $V_L$ এর মতই (K অথবা λ)। প্রথম 107 টি অ্যামাইনো অ্যাসিড বিশিষ্ট $V_H$ অঞ্চলে 3টি ''অতিপরিবর্তনশীল'' বা HV অঞ্চল আছে ঠিক $V_L$ এর মতই, তবে $V_H$ এবং $V_L$-এর HV অঞ্চলের অ্যামাইনো অ্যাসিড সিকোয়েন্স ভিন্ন প্রকারের।

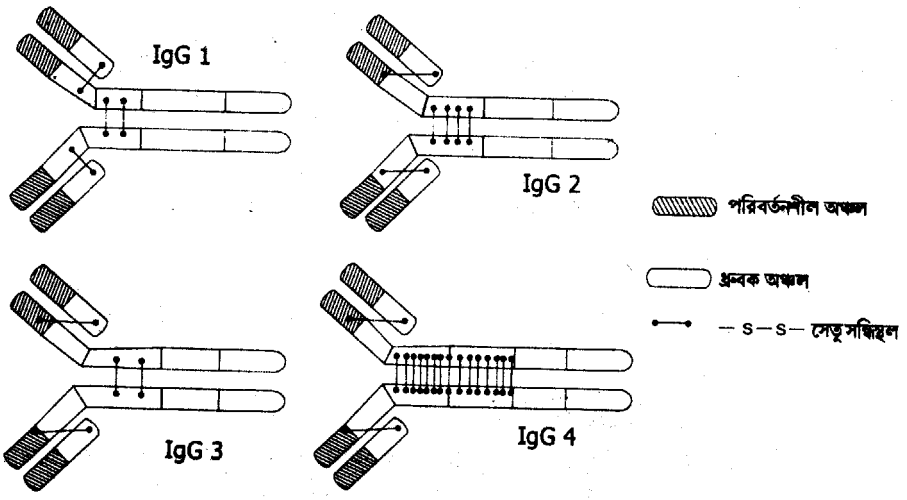
(c) H-শৃঙ্খলের COOH প্রান্তে 3টি অঞ্চল $C_H$1, $C_H$2 এবং $C_H$3 ও 375টি অ্যামাইনো অ্যাসিডব্যাপী স্থানটির সৃষ্টি করেছে যথাক্রমে 114 থেকে 223, 246 থেকে 361 এবং 362 থেকে 496 নং অ্যামাইনো অ্যাসিডে। এদের শতকরা 30 থেকে 40 ভাগ সমতা বা মিল দেখা যায় $C_L$ অংশের (λ বা K শৃঙ্খলের) সাথে।

(vii) **বন্ধনী বা সন্ধিস্থল** - ভারী (H) শৃঙ্খল বা γ-শৃঙ্খলের সন্ধিস্থলটি 220 তে সিসটিন থেকে 241 নং অ্যামাইনো অ্যাসিড আর্জিনিন অবধি জুড়ে আছে। এটিতে আছে-

(a) একটি -S-S- সেতু L - এবং H - শৃঙ্খলের মধ্যে।

(b) একটি -S-S- সেতু দুইটি H শৃঙ্খলের মধ্যে।

(c) এটিতে একটি বিশেষ ধরণের সিকোয়েন্স প্রোলিন্-প্রোলিন্-সিস্টিন্-প্রোলিন্ পাওয়া যায়।




চিত্র 9.10 ঃ IgG অ্যালোটাইপের আকৃতি। এই চারটি আণবিক গঠন IgG অ্যান্টিবডির অ্যালোটাইপ যার প্রধানত -S-S- বন্ধনির স্থান ও সংখ্যাই বিভিন্নতার কারণ।

**সারণী - ২ ঃ γ - শৃঙ্খলের শ্রেণীবিভাগ**

| শতাংশ | Gm অ্যান্টিজেন | |
|---|---|---|
| IgG1 | 60.9 | Gm 1, 2, 3, 17 |
| IgG2 | 29.6 | Gm 8, 23 |
| IgG3 | 5.3 | Gm 5, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 24, 28, 27 |
| IgG4 | 4.2 | সঠিকভাবে জানা নেই। |

**B) IgA :**

(i) IgA এবং IgG-র গঠন আকৃতি অনেকটাই একরকম। দুটিরই চারটি করে পেপটাইড শৃঙ্খল আছে, দুটি হাল্কা ও দুটি ভারী শৃঙ্খল (যথাক্রমে L ও H)। L-শৃঙ্খলের দুটি অণু একরকম (λ ও K শৃঙ্খল)। IgA র H-শৃঙ্খলের (IgA-র ভারী শৃঙ্খলকে α - শৃঙ্খলও বলা হয়) তফাৎ হল এই যে, এর শর্করার ভাগ IgG র γ-শৃঙ্খলের তুলনায় অধিক এবং অ্যামাইনো অ্যাসিড সিকোয়েন্সও ভিন্ন।

(ii) IgA এর অ্যালোটাইপ— IgA1 সেরামে উপস্থিত IgA-র 90% ও IgA2 বাকি 10%। প্রথমোক্ত আন্তঃশৃঙ্খল বন্ধনী সাদারণ ধরণের (অর্থাৎ বেশীরভাগ অ্যান্টিবডি অণুতে যা পাওয়া যায়), কিন্তু দ্বিতীয়োক্ত H—L আন্তঃশৃঙ্খল -S-S বণ্ড সম্পূর্ণভাবে অনুপস্থিত। নন্ কোভ্যালেন্ট বন্ধনই শৃঙ্খল দুটিকে ধরে রাখে।

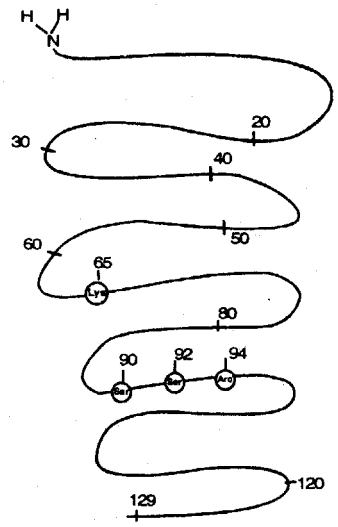
(iii) সেরামে অন্তর্নিসঃরণের ক্ষেত্রে IgG : IgA এর অনুপাত 6 : 1, কিন্তু বহিঃনিঃসরণে IgA- র মাত্রা IgG ও IgM দুইয়ের চেয়েই অধিক।

(iv) J -শৃঙ্খল ঃ এটি শুধুমাত্র সেই সব ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুতে বর্তমান যারা একাধিক (4টি) পলিপেপটাইড্ শৃঙ্খল দ্বারা নির্মিত। এটির আণবিক স্তর 15,000 ± 5000 Da (ডাল্টন - আণবিক ভরের একক) এবং এটি 129টি অ্যামাইনো অ্যাসিড দিয়ে সৃষ্ট। যার মধ্যে 20টিই অ্যাসপারটিক্ অ্যাসিড। মানুষ, খরগোস, শুকর ও কুকুরের J-শৃঙ্খলের গঠন একইরকম এবং প্রত্যেকেরই শর্করার ভাগ শতকরা 7.5 (চিত্র 9.11)।

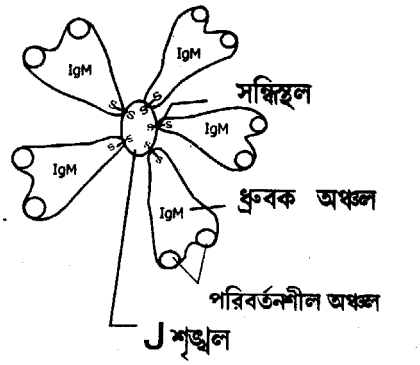
**C) IgM :**

(i) IgM এর তৈরী হওয়ার মাত্রা কম হওয়ার দরুণ অন্যান্য ইমিউনোগ্লোবিউলিনের তুলনায় এটি বেশ অল্পমাত্রায় সেরামে পাওয়া যায়। যেহেতু এটির আণবিক ভর, প্রোটিনের উপস্থিতি সবই Ig-র পাঁচগুণ, এর গঠন খুব সহজে জানা সম্ভব হয়েছে। 10 টি L- 10 টি H-শৃঙ্খল, -S-S- সেতু ও J-শৃঙ্খলের দ্বারা জোড়া থাকে (চিত্র 9.12)।

(ii) চিত্রে দেখানো প্রত্যেকটি IgM অণু IgG-র মতই দুটি করে H-ও L-শৃঙ্খল দিয়ে গঠিত (আণবিক ভর 190 kDa)।




চিত্র 9.11 ঃ J শৃঙ্খলের রাসায়নিক গঠন। সংখ্যাগুলি অ্যামাইনো অ্যাসিডের স্থান নির্দেশ করছে। Lys-লাইসিন্ ; Ser-সেরিন; Arg - আর্জিনিন্। চিহ্নিত অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলিতে শর্করার সঙ্গে সন্ধিস্থল বর্তমান।




চিত্র 9.12 ঃ J শৃঙ্খল ও IgM অণুর পরস্পর আহবান। 5টি IgM অণু পরস্পরের সাথে -S-S-বণ্ড দ্বারা আটকানো আছে। একটি J-শৃঙ্খল এই 5-টি বণ্ডের সন্ধিস্থল।

(iii) শ্বেতকোষে যুক্ত IgM এর H - শৃঙ্খলে সেরামে প্রাপ্ত IgM এর H-শৃঙ্খলের থেকে 40 টি অ্যামাইনো অ্যাসিড বেশী আছে (COOH প্রান্তের দিকে)। এগুলি কোষে আটকানোর জন্যে প্রয়োজন।

(iv) L-শৃঙ্খলটি অন্যান্য ইমিউনোগ্লোবিউলিনের মতই λ ও k-শৃঙ্খল বিশিষ্ট।

**D) IgD :**

(i) 1965 সালে একটি মানুষের সেরামে বর্তমান মায়োলোমা প্রোটিন হিসাবে IgD আবিষ্কৃত হয়। অন্যান্য ইমিউনোগ্লোবিউলিনের থেকে স্বতন্ত্র। স্বাভাবিক মানুষের সেরামে মাত্র 0.03mg/ml হারে IgD উপস্থিত তবে মায়েলোমায় প্রায়শই এটি বেশীমাত্রায় পাওয়া যায়।

(ii) IgD-তেও দুটি H- ও দুটি L- শৃঙ্খল পাওয়া যায়। L- শৃঙ্খলে λ ও K দুই প্রকার শৃঙ্খলই বর্তমান, তবে λ প্রকারটিই অধিকমাত্রায় থাকে (40%)। H-শৃঙ্খলটি অন্যান্য ইমিউনোগ্লোবিউলিনের থেকে আলাদা তাই এটি δ-শৃঙ্খলের তুলনায় 12 KDa বেশী। বর্দ্ধিত সন্ধিস্থলই সম্ভবত এর কারণ। এটি 512 অ্যামাইনো অ্যাসিড বিশিষ্ট। 228 থেকে 291 রেসিডিউ অঞ্চলে সন্ধিস্থলটি বর্তমান। বৃহৎ আকারের হওয়ায় IgD-র মোট আণবিক ভর 180 kDa।

(iii) সেরামে 30μg/ml lgD-র মাত্রা থাকে যা প্রতিদিন তৈরী হয় 0.4mg/kg দেহের ওজন এই হারে। JgG তৈরীর হারের তুলনায় এটি প্রায় 100 গুণ কম।

(iv) IgD অধিক তাপমাত্রায় ও অ্যাসিডের প্রভাবে তাড়াতাড়ি নষ্ট হয়ে যায় বলে এর সম্বন্ধে গবেষণায় ব্যাঘাত ঘটে। তাই এর সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান কম।

(v) কোষপর্দার সাথে যে IgD পাওয়া যায় তাতে একটি লেজের অংশ যুক্ত থাকে। (সেরামে প্রাপ্ত IgD র থেকে আলাদা)। লেজের অংশে বা প্রান্তিক ভাগে 25 - 30 টি অ্যামাইনো অ্যাসিড আছে।

**E) IgE :**

(i) IgE তৈরীর হার প্রতিদিন 2.3 μg/kg দেহভর। শর্করার হার 10.7 থেকে 11.7 প্রতি শতাংশ। এটি একটি গ্লোবিউলার প্রোটিন।

(ii) L-শৃঙ্খলে λ ও K- শৃঙ্খল আছে। এটির আণবিক ভর 22,800 ডাল্টন। H-শৃঙ্খলটির নাম ε-শৃঙ্খল এবং সেটি 75 kDa আণবিক ভর বিশিষ্ট। ε-শৃঙ্খলে একটি চতুর্থ CH ডোমেইন বা অঞ্চল আছে। শর্করা শুধুমাত্র ε - শৃঙ্খলেই বর্তমান। যাতে এর আণবিক ভর হয়েছে 61 kDa। বাকি রাসায়নিক গঠন ও আকৃতি অন্যান্য ইমিউনোগ্লোবিউলিনের মতই।

**সারণী 3 - বিভিন্ন প্রকার ইম্যুনোগ্লোবিউলিনের তুলনা (সারাংশ)**

| গঠনগত রাসায়নিক প্রকৃতি | IgG | IgA | IgM | IgD | IgE |
|---|---|---|---|---|---|
| আণবিক ভর (KDa) | 150 | 160 | 950 | 180 | 190 |
| কার্বোহাইড্রেট (%) | 2.5 - 4 | 10 | 10 | 12 | 11.7 |
| সেরামে মাত্রা (mg/d) | 1,275 ± 500<br>≅ 75 – 85% | 225 ± 55<br>≅ 5 – 15% | 125 ± 45<br>≅ 5 – 10% | 3<br>< 1% | 9.1-1.0<br>< 1% |
| দেহে তৈরীর হার (mg/kg দেহ ভর প্রতিদিন) | 28 | 22 | 5-8 | 0.4 | 2.3 |
| L/H-শৃঙ্খল অনুযায়ী ফরমুলা | $\gamma_2K_2$ বা $\gamma_2\lambda 2$ | $\alpha_2K_2$ বা $\alpha_2\lambda_2$ | $(\mu_2K_2)_5$ .J বা $(\mu_2\lambda_2)_5$ .J | $\delta_2K_2$ বা $\delta_2 y_2$ | $\varepsilon_2K_2$ বা $\varepsilon_2\lambda_2$ |
| 50-60° এ স্থায়ী অবস্থা | + | + | + | – | – |
| দেহে ক্রিয়া | B কোষ সক্রিয় হবার পর রক্তে প্রায় 24-48 পাওয়া যায় সুতরাং সেকেন্ডারী অ্যান্টিবডি রেসপন্স। মেমরী B কোষ থেকে দীর্ঘমেয়াদী ক্ষরণ হয়। অমরার বাধা অতিক্রম করে ভ্রূণে পৌঁছায়। | এই অ্যান্টিবডি শ্বসন ও পাকস্থলীর কলায় পরজীবীর অ্যান্টিজেন প্রতিরোধ করে। চোখের জল, লালা এবং প্রথম মাতৃদুগ্ধ কলোস্ট্রামে পাওয়া যায়। | B কোষ সক্রিয় হবার পর রক্তে প্রথম পাওয়া যায় সুতরাং প্রাইমারী বা প্রাথমিক অ্যান্টিবডি | বিশেষ কিছু জানা নেই। | অ্যালার্জী প্রতিরোধক অ্যান্টিবডি। |

**সারাংশ ঃ**

এতক্ষণ 9.2 এককাংশে আপনার জানা হল—

- ইমিউনোগ্লোবিউলিন কি ;
- ইমিউনোগ্লোবিউলিনের তৈরীর কারণ;
- ইমিউনোগ্লোবিউলিনের অনুযায়ী সেই চেহারার বিভিন্নতা;
- শ্রেণীবিভাগ অনুযায়ী সেই চেহারার বিভিন্নতা;
- আকৃতির পাশাপাশি সেই চেহারার জন্য দায়ী রাসায়নিক গঠন সম্পর্কে ধারণা।

### 9.2.6 অনুশীলনী A

**1. সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ শূন্যস্থান পূর্ণ করুন ঃ**

(a) যে অ্যামাইনো অ্যাসিড সিকোয়েন্সটি অ্যান্টিজেন চেনায় সাহায্য করে, ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুর সেই অংশকে বলে _____। (এপিটোপ, প্যারাটোপ, ধারক, গ্রাহক)

(b) যে অ্যামাইনো অ্যাসিডটি সাধারণতঃ দুইটি শৃঙ্খলকে জোড়ে তার নাম _____। (গ্লাইসিন্, সিসটিন, ভ্যালিন, প্রোলিন)

(c) অ্যান্টিবডি চেনায় সাহায্যকারী খণ্ডকটির নাম _____। ($F_e$, $F_{ab}$, H - শৃঙ্খল, L - শৃঙ্খল)

(d) কমপ্লিমেন্ট ফ্যাক্টর সংযোজনকারী খণ্ডটি _____। ($F_e$, $F_{ab}$, H - শৃঙ্খল, L - শৃঙ্খল)

(e) পেপসিনের কাজ এই দুটি খণ্ডককে আলাদা করা _____ এবং _____। ($F_{ab}$ এবং $F_e$, $F_{ab}$ এবং $F_{ab}'$, $F(ab')_2$ এবং $F_e'$, $F_{ab}$ এবং $F_e'$)

**2. ✓ বা × দিয়ে উত্তর দিন ঃ**

(a) –S S– সেতুটিকে নষ্ট করতে পারলে ইমিউনোগ্লোবিউলিনের প্রশমীকরণ সম্ভব।

(b) সন্ধিস্থলের সংখ্যার ওপর ভিত্তি করে ইমিউনোগ্লোবিউলিনের ইডিওটাইপ বিভাগ করা যায়।

(c) অ্যালোটাইপগুলি গঠনগতভাবে একই রকম।

(d) হাইপারভেরিয়েবল অঞ্চলগুলি অ্যান্টিজেন নির্বাচনে সাহায্য করে।

(e) প্যাপেইন ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুকে 2টি Fab এবং একটি Fe খণ্ডকে ভাঙে।

**3. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ তফাৎ কি?**

(a) ইমিউনোগ্লোবিউলিন ও অ্যান্টিজেন।

(b) অ্যান্টিজেন ও গ্রাহক।

(c) $F_{ab}$ ও $F_e$ খণ্ডক।

# 9.3 জন্মগত ও অর্জিত ইমিউনিটি

**প্রাকৃতিক উপায়ে অর্জিত সক্রিয় ইমিউনিটি, কৃত্রিম উপায়ে অর্জিত সক্রিয় ইমিউনিটি, প্রাকৃতিক উপায়ে অর্জিত নিষ্ক্রিয় ইমিউনিটি ও কৃত্রিম উপায়ে অর্জিত নিষ্ক্রিয় ইমিউনিটি ঃ**

গত অধ্যায়ে ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণুর আকৃতি ও গঠন এবং ক্রিয়াগত প্রকারভেদ বা শ্রেণীবিভাগ সম্পর্কে আপনি জানলেন। এবার আমরা আলোচনা করব ইমিউনিটি বা অনাক্রম্যতা ক্ষমতার প্রকারভেদ।

### 9.3.1 ইমিউনিটি ঃ

**ইমিউনিটি দুই প্রকার — জন্মগত বা ইনেট্ (Innate) এবং অর্জিত (acquired)**।

#### 9.3.3.1 জন্মগত বা ইনেট ইমিউনিটি

রোগ প্রতিরোধ করার জন্মগত ক্ষমতা নিয়ে যখন শিশু জন্মগ্রহণ করে তাকে 'ইনেট' ইমিউনিটি বলে। শিশু গর্ভাবস্থায় তার মায়ের রক্ত থেকে যে ইমিউনোগ্লোবিউলিন পেয়েছে এবং তার বাবা মার ক্রোমোসোম থেকে ইমিউনোগ্লোবিউলিন প্রস্তুত করার জিনের যে গঠন পেয়েছে, তার থেকে ক্লোনাল সিলেক্সান মতবাদ অনুসারে যে সকল অ্যান্টিবডি প্রথম থেকেই তার সংবহনতন্ত্রে বর্তমান তার ফলে জন্মের পর থেকেই সে কিছু রোগেকে প্রতিরোধ করতে সক্ষম। এটাই তার জন্মগত ইমিউনিটি বা অনাক্রম্যতার ক্ষমতা।

#### 9.3.1.2 অর্জিত ইম্যুনিটি (Acquired Immunity) ঃ

সন্তান জন্মাবার পর বাইরের প্রকৃতির সংস্পর্শে আসার পর নানা প্রকার অ্যান্টিজেনের সংস্পর্শে আসতে হয়। তার ফলে দেহের অনাক্রম্যতা শক্তি অর্জন করতে আরম্ভ করে। ইমিউন তন্ত্রের মাধ্যমে সৃষ্ট অ্যান্টিবডি, ইমিউন ক্ষমতা নির্বাহী কোষ, রক্তে ইন্টারলিউকিনের মাত্রা ইত্যাদি শর্তের ওপর এই ক্ষমতা অর্জন নির্ভরশীল।

### 9.3.3 অর্জিত ইমিউনিটির প্রকারভেদ ঃ

এই ধরণের ইমিউনিটি কোনো সংক্রমণের ফলে দেহ অর্জন করে। কোনো সংক্রমণ সৃষ্টিকারী অ্যান্টিজেন দেহে প্রবেশ করলে দেহের ইমিউন তন্ত্র ঐ অ্যান্টিজেনের বিরুদ্ধে অ্যান্টিবডি তৈরি করে অ্যান্টিজেনের প্রভাব বিনষ্ট করে। প্রথমবারের সংক্রমণ মেমরী কোষ তৈরী করে, যা পরবর্ত্তী সংক্রমণের সঙ্গে সঙ্গে এবং প্রচুর পরিমাণে অ্যান্টিবডি তৈরী করে। এই ধরনের ইমিউনিটিকেই **সক্রিয় বা active ইমিউনিটি** বলা হয়। এটি অনেকদিন ধরে কার্যকরী থাকে। এমনকি আমৃত্যু থাকে।

(A) **প্রাকৃতিক উপায়ে অর্জিত সক্রিয় ইমিউনিটি (Naturally acquired active immunity)** ঃ

যখন অনিচ্ছাকৃত দেহে কোনো রোগ সৃষ্টিকারী প্যাথোজেনের (pathozen) অণু প্রবেশ ঘটে, তখন তার সঙ্গে যুদ্ধ করবার জন্য দেহের ইমিউনতন্ত্রের স্মৃতিকোষ বা memory cell গুলি সৃষ্টরোগের অ্যান্টিজেন ধ্বংসকারী অ্যান্টিবডি বা ইমিউনোগ্লোবিউলিন তৈরী করে। সেগুলি আমৃত্যু সেই সব অ্যান্টিবডি তৈরীর কাজে লেগে থাকে। এই সব মেমরি B কোষ প্রাথমিকভাবে IgM ও পরবর্তী অনুপ্রবেশের সঙ্গে সঙ্গে প্রচুর পরিমাণে IgG তৈরী করে রোগসৃষ্টিকারী অ্যান্টিজেনের তৎক্ষণাৎ বিনষ্টিকরণ ঘটায়। এটিকে secondary anamnestic সক্রিয়তা বলে।

(B) **কৃত্রিম উপায়ে অর্জিত সক্রিয় ইমিউনিটি (Artificially acquired active immunity) ঃ**

যখন ইচ্ছাকৃতভাবে দেহের মধ্যে ইঞ্জেকশন করে বা কখনো খাইয়ে অ্যান্টিজেন প্রবেশ করিয়ে কৃত্রিম উপায়ে ইমিউনিটি অর্জন করানো হয় তাকে ভ্যাক্সিনেশন (Vaccination) বা টীকাকরণ বলে। এই টিকা বা ভ্যাক্সিনে অ্যান্টিজেনের মাত্রা খুব অল্প থাকে। রোগ সৃষ্টিকারী জীবাণু বা প্রাণীটি অখণ্ডিতভাবে বা আংশিকভাবে বা শুধুমাত্র তার অ্যান্টিজেনের অংশটিকে দেহে প্রবেশ করিয়ে অ্যান্টিবডি বানানো যেতে পারে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে কিছুদিন পরে দ্বিতীয় আরেকবার অ্যান্টিজেনটি প্রয়োগ করা হয় প্রবর্দ্ধক (booster) হিসাবে।

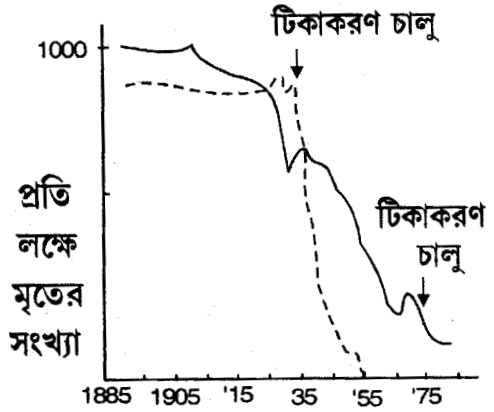
**টিকার প্রকারভেদ ঃ**

(i) **টক্সয়েড (Toxiod)** ঃ অধিবিষের (toxin) রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটিয়ে টক্সয়েড প্রস্তুত করা হয়। এই টক্সয়েডকে দেহে প্রবেশ করিয়ে অ্যান্টিবডি সৃষ্টির ব্যবস্থা করা হয়।

**উদাহরণ ঃ—** ফর্মাল্ডিহাইডের দ্বারা tetanus ও diptheria ব্যাক্টিরিয়ার অধিবিষ প্রশমীকরণ করা হয়। এতে তাদের বিষক্রিয়া বন্ধ হলেও অ্যান্টিজেনের চরিত্র থেকে যায়। এতে অ্যান্টিবডি তৈরী হয়, অসুখের উদ্রেকও হয় না।

● বারবার টিকাকরণের অসুবিধা দূর করার জন্য একসঙ্গে একাধিক টক্সয়েড টিকা দেওয়া হয়। যেমন— DPT (Diptheria, Pertussis, Tetanus), MMR (measles, mumps, rubella) টিকা প্রভৃতি।

(ii) **মৃত বা শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত আণুবিক্ষণিক প্রাণী দ্বারা প্রস্তুত টিকা ঃ** সম্পূর্ণ কার্যক্ষমতাহীন বা শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত ভাইরাস বা ব্যাক্টিরিয়া এই টিকা নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। সেই ভাইরাস বা ব্যাক্টিরিয়া মৃত বলে দেহের অভ্যন্তরে ক্ষতিসাধন করে না। শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত (attenuated) হওয়ায় দেহের অভ্যন্তরে অত্যন্ত ঢিমেতালে বংশবৃদ্ধি করে বলেও তত ক্ষতিকারক নয় অথচ তাদের উপস্থিতির ফলে অ্যান্টিবডি তৈরি হতে পারে। এটি দুই প্রকারের হয়, ভাইরাস থেকে বা ব্যাক্টিরিয়া থেকে (চিত্র 9.13)। হামের টিকা 1940 তে এবং ডিপথেরিয়ার টিকা 1968 সালে ইংল্যান্ডে চালু করা হয়।



চিত্র 9.13 ঃ টিকাকরণের প্রত্যক্ষ ফল ঃ হাম, ডিপেথরিয়ায় মৃত্যুসংখ্যা, বিশেষ করে 15 বছরের কমবয়সী শিশুদের মধ্যে, হঠাৎ করে কমে এসে একদম বন্ধ হয়ে যাচ্ছে।

● **ভাইরাস টিকা (Viral Vaccine) ঃ**

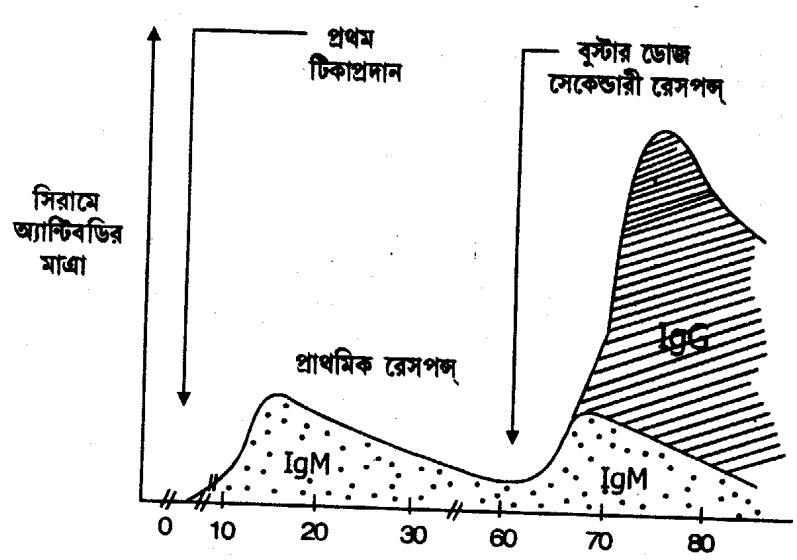
উদাহরণ ঃ Salk polio মৃত ভাইরাস থেকে এবং Sabin oral polio- শক্তিহ্রাস প্রাপ্ত পোলিও ভাইরাস থেকে তৈরি।

● **ব্যাক্টিরিয়াল টিকা (Bacterial Vaccine) ঃ**

উদাহরণ ঃ হুপিং কাশি (Whooping Cough) মৃত ব্যাক্টিরিয়া থেকে তৈরি এবং যক্ষ্মা (tuberculosis) শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত জীবিত ব্যাক্টরিয়া থেকে তৈরি।

● **জীবিত ভাইরাসের টিকা**— small pox- এর নিকট আত্মীয় একটি জীবিত ভাইরাস ব্যবহার করে তৈরি করা হয়।

ভাইরাস, ব্যাক্টিরিয়া এবং অন্যান্য অনুজীব থেকে প্রস্তুত ভ্যাক্সিন্‌কে প্রথম জনুর টিকা (first generation vaccine) বলা হয় (চিত্র 9.14 ও 9.15)।




চিত্র 9.14 ঃ টিকাকরণের ফলে ইমিউনোগ্লোবিউলিন নিঃসরণের চিত্র। প্রথম টিকাকরণ অর্থাৎ রক্তে অ্যান্টিজেন প্রবেশের ফলে IgM ও নির্দিষ্ট সময় পর দ্বিতীয়বার বা বুস্টার টিকাকরণের ফলে প্রচুর পরিমাণে IgG সেরামে ক্ষরিত হয়ে টিকাপ্রদত্ত ব্যক্তিকে সেই রোগ প্রতিরোধকক্ষমতা বা সক্রিয় ইমিউনিটি দেয়।

(iii) **নতুন যুগের টিকা ঃ** জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং (genetic engineering) প্রক্রিয়ায় বর্তমানে টিকা প্রস্তুত করা হচ্ছে। অ্যান্টিজেন সৃষ্টিকারী জিনটি সংগ্রহ করে একটি ব্যাক্টিরিয়ার শরীরে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। এবারে ব্যাক্টিরিয়ার দ্রুত বংশবৃদ্ধির সঙ্গে প্রচুর পরিমাণে অ্যান্টিজেন তৈরি করা হয়। এই অ্যান্টিজেনকে টিকা হিসাবে ব্যবহার করা হয়। **উদাহরণ**— গরুর foot and mouth disease এর ভ্যাক্সিন এইভাবে প্রস্তুত করা হয়। এই পদ্ধতিতে রিকম্বিনেন্ট ভাইরাস থেকেও টিকা প্রস্তুত করা যায়। অ্যান্টিজেনের অ্যামাইনো অ্যাসিড সিকোয়েন্স জানা থাকলে কৃত্রিম উপায়ে অ্যান্টিজেন প্রস্তুত করা যায়।

**সারণী 4 কিছু টিকার গঠন ঃ**

| টিকার যে রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা আছে | টিকার গঠন |
|---|---|
| **ব্যাক্টিরিয়াল** | |
| (i) হুপিং কাশি (Whooping Cough) | Bordetella pertussis (মৃত) |
| (ii) প্লেগ (Plague) | Yersinia pestis (মৃত) |
| (iii) যক্ষ্মা (Tuberculosis) | Mycobacterium tuberculosis (শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত) |
| (iv) মেনিনজাইটিস (HIB) | Haemophilus influenzae b (শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত) |
| (v) কলেরা (Cholera) | Vibrio cholerae (দেহাংশ) |
| (vi) রিকেট (Rickett) | Rickettsia rickettsii (মৃত) |
| **ভাইরাস** | |
| (i) হেপাটাইটিস B (Hepatitis B) | Hepatitis B virus (দেহাংশ) |
| (ii) হাম (Measles) | Measles virus (শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত) |
| (iii) পোলিও (Polio) | Polio virus (মৃত) |
| (iv) রুবেলা (Rubella) | Rubella virus (শক্তিহ্রাসপ্রাপ্ত) |

(B) **অর্জিত প্যাসিড ইমিউনিটি (Acquired Passive immunity) ঃ**

অ্যান্টিজেনের বদলে সরাসরি অ্যান্টিবডি দেহে প্রবেশ করিয়ে ইমিউন্‌তন্ত্রকে উজ্জীবিত করিয়ে শরীরে রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা প্রদান বা বর্ধন করাকে অর্জিত পাসিভ ইমিউনিটি বলে। এটি দুই প্রকারের—প্রাকৃতিক উপায়ে ও কৃত্রিম উপায়ে।

**(a) প্রাকৃতিক উপায়ে অর্জিত প্যাসিড ইমিউনিটি (Naturally Acquired Passive Immunity) ঃ**

প্রাকৃতিক উপায়ে যেমন গর্ভস্থ শিশুর মধ্যে মায়ের রক্তের মাধ্যমে বা সদ্যোজাত শিশুর মধ্যে মায়ের প্রথম দুধ বা কলোষ্ট্রাম (collastrum) থেকে অ্যান্টিবডি প্রবেশ করে। এটি প্রায় দেড় বছর অবধি শিশুকে কিছু রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা দিতে সাহায্য করে। হামের অ্যান্টিবডি এইভাবে শিশুর মধ্যে ইমিউনিটি প্রদান করে।

**(ii) কৃত্রিম উপায়ে অর্জিত প্যাসিভ ইম্যুনিটি (Artificially acquired passive immunity)** ঃ এই পদ্ধতিতে ইচ্ছাকৃতভাবে জরুরী প্রতিরোধক্ষমতা জোগাবার জন্য কিছু রোগের অ্যান্টিবডি সমৃদ্ধ সিরাম শরীরে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। যেমন— টিটেনাস ও ডিপথরিয়া অ্যান্টিবডি ঘোড়ার সিরামে প্রস্তুত করে। সেই সিরাম মানুষের শরীরে ঢুকিয়ে দিলে এটি টীকার ন্যায় কাজ করে। এখন অবশ্য মানুষে সৃষ্ট অ্যান্টিবডি সমৃদ্ধ সিরামই ব্যবহার করা হয়। এমন

সিরামকে অ্যান্টিসিরাম (antiserum) বলা হয়। গামা গ্লোবিউলিনের (gamma globulin) মাত্রা অ্যান্টিসিরামে অধিক থাকে। রেবিস্ (rabies) ও কিছু সাপের বিষের অ্যান্টিবডি সরাসরি মানুষের শরীরে প্রবেশ করিয়ে প্রতিরোধক্ষমতা প্রদান করা হয়। রক্তের গ্রুপের অ্যান্টিবডি যেমন, রোগাম্ (Rhogum) Rh- মায়ের গর্ভে Rh+ সন্তানের রক্ষার কাজে লাগে, যা গর্ভবতী মাকে আগে থেকেই দিয়ে দেওয়া হয়।

**সারণী 5 - সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় অনাক্রম্যতা**

| | সক্রিয় (active) | নিষ্ক্রিয় (passive) |
|---|---|---|
| 1. প্রাকৃতিক উপায়ে লব্ধ বা অর্জিত | রোগ প্রতিরোধ, ট্রান্সপ্লান্ট ত্যাগ করা আটকানোতে | মায়ের থেকে প্রাকৃতিক উপায়ে অমরা বা দুধের মাধ্যমে শিশুতে |
| 2. কৃত্রিম উপায়ে লব্ধ বা অর্জিত | টিকাকরণ (অ্যান্টিজেন প্রদান) যাতে শরীর অ্যান্টিবডি তৈরী করতে পারে। | টিকাকরণ (সরাসরি অ্যান্টিবডি প্রদান) |

### 9.3.3 সারাংশ ঃ

- এই এককে আপনি জানলেন কত প্রকারের ইমিউনিটি হয়।
- জন্মগত ও অর্জিত ইমিউনিটি কি।
- তার মধ্যেও প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম উপায়ে কিভাবে ইমিউনিটি কাজ করে বা ইমিউন তন্ত্রকে কাজ করানো যেতে পারে।
- টিকা কি কি রকম হয়।
- আপনি নিজেও কিছু টিকার নাম, কাজ ও গঠন সম্বন্ধীয় তথ্য সংগ্রহ করতে পারেন যা হয়ত আপনার নিজের বা আপনার পরিচিত কারোর কাজে লেগেছে।

### 9.3.4 অনুশীলনী B

**1. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন**

a) ইমিউনিটি কি ও কয় প্রকারের?

b) টিকা কি?

c) অ্যান্টিসেরাম কি?

d) বুস্টার কি?

e) অ্যাটেনুয়েটেড ভাইরাস কি?

**2. দুটি কলামে মেলান ঃ**

| কলাম A | কলাম B |
|---|---|
| a) ভাইরাস ভ্যাক্সিন | a) টিটেনাস |
| b) ব্যাক্টিরিয়াল ভ্যাক্সিন | b) যক্ষ্মা |
| c) প্রাইমারী অ্যান্টিবডি | c) IgG |
| d) সেকেন্ডারী অ্যান্টিবডি | d) IgM |
| e) টক্সয়েড | e) d-globulin (গামা গ্লোবিউলিন) |
| f) অ্যান্টিসেরাম | f) পোলিও |
| g) কলোস্ট্রাম | g) প্রাকৃতিক উপায়ে অর্জিত প্যাসিভ ইমিউনিটি |

**3. শূন্যস্থান পূরণ করুন (একাধিক শব্দে) ঃ**

a) জন্মগত ইমিউনিটির উদাহরণ _____।

b) সক্রিয় ইমিউনিটি মানে_____।

c) প্যাসিভ ইমিউনিটি মানে _____।

d) টক্সয়েড মানে _____।

**9.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী— বিস্তারিত উত্তর দিন ঃ**

1. ইমিউন তন্ত্রের কাজ কি?
2. ইমিউনোগ্লোবিউলিনের সাধারণ চেহারা কেমন?
3. হাল্কা শৃঙ্খল ও ভারী শৃঙ্খল দুটির রাসায়নিক তফাৎ কি?
4. সন্ধিস্থলের তাৎপর্য কি?
5. J-শৃঙ্খল কোথায় পাওয়া যায়? এর রাসায়নিক গঠন কেমন?
6. বেল জোন্স্ প্রোটিন কি? কোথায় ও কি করে এর আবিষ্কার হয়?
7. টিকা কি? কি কি ভাবে টিকা প্রস্তুত করা হয়?
8. প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম উপায়ে— আপনার মতে কোন ধরণের অর্জিত ইমিউনিটি অধিক দীর্ঘস্থায়ী ও কেন?
9. ভাইরাল বা ব্যাক্টিরিয়াল ভ্যাক্সিনের প্রস্তুত পদ্ধতি কি কি? উদাহরণসহ বোঝান।
10. টিকাকরণে মেমরী কোষের ভূমিকা কোথায়? চিত্রের মাধ্যমে দেখান।

**9.5 উত্তর সংকেত ঃ**

**9.5.1A. অনুশীলনীর উত্তর ঃ**

1. (a) এপিটোপ, (b) সিসেটিন্, (c) $F_{ab}$, (d) $F_e$, (e) $F(_{ab}')2$ এবং $F_e'$

2. (a) ✓, (b) X (না অ্যালোটাইপ বিভাগ করা যায়)

   (c) X (না অ্যালোটাইপ গঠনগত ভাবে এবং অ্যান্টিজেন চেনায় কাজেও ভিন্ন)

   (d) ✓, (e) ✓

3. (a) ইমিউনোগ্লোবিউলিন দেহের কোষ থেকে তৈরী প্রোটিন জাতীয় অণু যা বহিরাগত (non self) অণু অ্যান্টিজেনকে চেনে এবং প্রশমিত করে। অ্যান্টিজেনও প্রোটিন। এর উপস্থিতিই ইমিউনোগ্লোবিউলিন ক্ষরণের কারণ। বিশেষ অ্যান্টিজেনে বিশেষ অ্যান্টিবডির সৃষ্টি হয়।

   (b) অ্যান্টিজেন হল সেই ইমিউন রেস্পন্স সৃষ্টিকারী অণু যার প্যারাটোপের উপস্থিতি গ্রাহকের এপিটোপ দ্বারা চিহ্নিত ও গৃহীত হয়। গ্রাহক অ্যান্টিজেন কমপ্লেক্স তৈরীর ফলেই B কোষটি উজ্জীবিত হয় ও সিগ্ন্যাল ট্রান্সডাকশনের মাধ্যমে Ig সৃষ্টি করে।

   (c) ইমিউনোগ্লোবিউলিনের অ্যান্টিবডি ধারণকারী খণ্ডক ও Fe কম্প্রিমেন্ট উজ্জীবনকারী খণ্ডক। প্যাপেইন দ্বারা Ig দ্বিখণ্ডিত হলে এই দুটি খণ্ডককে পাওয়া যায়।

**9.5.2 B. অনুশীলনীর উত্তর ঃ**

**1.** (a) 9.1 একক দেখুন।

   (b) 9.3.2.1 এককে 1(b) অংশ দেখুন।

   (c) 9.3.2.1 এককে B(b) অংশ দেখুন।

   (d) 9.3.2.1 এককে 1(b) অংশ দেখুন।

   (e) 9.3.2.1 এককে 1(b)(ii) অংশ দেখুন।

**2. দুটি কলামে মেলানো ঃ**

| **কলাম A** | **কলাম B** |
|---|---|
| (a) ভাইরাল ভ্যাক্সিন | (a) টিটেনাস |
| (b) ব্যাক্টিরিয়াল ভ্যাক্সিন | (b) যক্ষ্মা |
| (c) প্রাইমারী অ্যান্টিবডি | (c) IgG |
| (d) সেকেন্ডারী অ্যান্টিবডি | (d) IgM |
| (e) টক্সয়েড | (e) γ - globulin |
| (f) অ্যান্টিসেরাম | (f) পোলিও |
| (g) কলোস্ট্রাম | (g) প্রাকৃতিক উপায়ের অর্জিত প্যাসিভ ইমিউনিটি |

| A | | B | A | | B |
|---|---|---|---|---|---|
| (a) | $\rightarrow$ | (b) | (d) | $\rightarrow$ | (c) |
| (b) | $\rightarrow$ | (f) | (e) | $\rightarrow$ | (a) |
| (c) | $\rightarrow$ | (d) | (f) | $\rightarrow$ | (e) |
| | | | (g) | $\rightarrow$ | (g) |

**9.5.3 সর্বশেষ প্রশ্নাবলীর উত্তর সংকেত ঃ**

1. 9.1 অংশে দেখুন।
2. 9.2.2 অংশে দেখুন।
3. 9.2.4 এর 1 অংশে দেখুন।
4. 9.2.2 অংশে দেখুন।
5. 9.2.4 এর H অংশে দেখুন।
6. 9.2.4 এর I (iii) অংশে দেখুন।
7. 9.3.2.1 এর 1(b) অংশে দেখুন।
8. কৃত্রিম উপায়েই অধিক দীর্ঘস্থায়ী। কারণ এতে অ্যান্টিবডির মাত্রা ইচ্ছামত নির্ধারণ করা যায় ও বারবার (নির্দিষ্ট সংখ্যায়) বুস্টার দিয়ে মেমরী কোষের অ্যান্টিবডি তৈরীর ক্ষমতা উজ্জীবন ও বর্ণনা সম্ভব।
9. 9.3.2.1. I(b) অংশে দেখুন।
10. 9.3.2.1 I(b) অংশে দেখুন।