প্রাক্‌কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতকোত্তর শ্রেণির জন্য যে পাঠক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমতো কোনো বিষয়ে উচ্চশিক্ষা গ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এক্ষেত্রে ব্যক্তিগতভাবে তাঁদের গ্রহণ ক্ষমতা আগে থেকেই অনুমান করে না নিয়ে নিয়ত মূল্যায়ণের মধ্য দিয়ে সেটা স্থির করাই যুক্তিযুক্ত। সেই অনুযায়ী একাধিক বিষয়ে পাঠ-উপকরণ রচিত হয়েছে ও হচ্ছে — যার মূল কাঠামো স্থিরীকৃত হয়েছে একটি সুচিন্তিত পাঠক্রমের ভিত্তিতে। সেই সঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যেতব্য বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূর-সঞ্চারী শিক্ষাদানের স্বীকৃত পদ্ধতি অনুসরণ করেই এই সব পাঠ-উপকরণ লেখার কাজ চলছে। বিভিন্ন বিষয়ের অভিজ্ঞ পণ্ডিতমণ্ডলীর সাহায্য এ কাজে অপরিহার্য এবং যাঁদের নিরলস পরিশ্রমে লেখা, সম্পাদনা তথা বিন্যাসকর্ম সুসম্পন্ন হচ্ছে তাঁরা সকলেই ধন্যবাদের পাত্র। আসলে, এঁরা সকলেই অলক্ষ্যে থেকে দূরসঞ্চারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন ; যখনই কোনো শিক্ষার্থী এই পাঠ্যবস্তুনিচয়ের সাহায্য নেবেন, তখনই তিনি কার্যত একাধিক শিক্ষকমণ্ডলীর পরোক্ষ অধ্যাপনার তাবৎ সুবিধা পেয়ে যাচ্ছেন।

এইসব পাঠ-উপকরণের চর্চা ও অনুশীলনে কোনো শিক্ষার্থী, যতটা মনোনিবেশ করবেন বিষয়ের গভীরে যাওয়া তাঁর পক্ষে ততই সহজ হবে। বিষয়বস্তু যাতে নিজের চেষ্টায় অধিগত হয়, পাঠ-উপকরণের ভাষা ও উপস্থাপনা তার উপযোগী করার দিকে সর্বস্তরে নজর রাখা হয়েছে। তার ওপর প্রতি পর্যায়ের শেষে প্রদত্ত অনুশীলনী ও অতিরিক্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য গ্রন্থ-নির্দেশ শিক্ষার্থীর গ্রহণ-ক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশ কিছু প্রয়াসই এখনও পরীক্ষামূলক — অনেক ক্ষেত্রে একেবারে প্রথম পদক্ষেপ। স্বভাবতই ত্রুটি-বিচ্যুতি কিছু কিছু থাকতে পারে, যা অবশ্যই সংশোধন ও পরিমার্জনার অপেক্ষা রাখে। সাধারণভাবে আশা করা যায়, ব্যাপকতর ব্যবহারের মধ্য দিয়ে পাঠ-উপকরণগুলি সর্বত্র সমাদৃত হবে।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার
উপাচার্য

চতুর্থ পুনর্মুদ্রণ : জুন, 2016

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী এবং অর্থানুকূল্যে মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations and financial assistance of the
Distance Education Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

বিষয় ঃ প্রাণিবিদ্যা **সাম্মানিক স্তর**

পাঠক্রম : পর্যায় : EZO 11 : 02

	রচনা	সম্পাদনা
একক **9**	ড. এনা রায় ব্যানার্জী	ড. বুধদেব মান্না
একক **10**	শ্রীমতী সংযুক্তা চক্রবর্ত্তী (মান্না) ও ড. অমল ভট্টাচার্য্য	ঐ
একক **11**	ঐ	ঐ
একক **12**	ঐ	ঐ
একক **13**	ঐ	ঐ
একক **14**	ঐ	ঐ

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনোও অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

ড. অসিত বরণ আইচ
কার্যনির্বাহী নিবন্ধক

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

EZO 11

পরজীবিতা ও অনাক্রম্যতা

(স্নাতক পাঠক্রম)

পর্যায়

2

অনাক্রম্যতা

একক 9	❑ ইমিউনোগ্লোবিনের আকৃতি ও শ্রেণিবিভাগ	7 - 30
একক 10	❑ লিম্ফয়েড ও মায়েলয়েড কোষ	31 - 37
একক 11	❑ **T** - কোষ গ্রাহক ও সাইটোকাইন	38 - 48
একক 12	❑ অ্যান্টিজেন — অ্যান্টিবডি বিক্রিয়া	49 - 53
একক 13	❑ তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতার পরীক্ষা	54 - 62
একক 14	❑ টিস্যু কালচার ও মনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি	63 - 71

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—

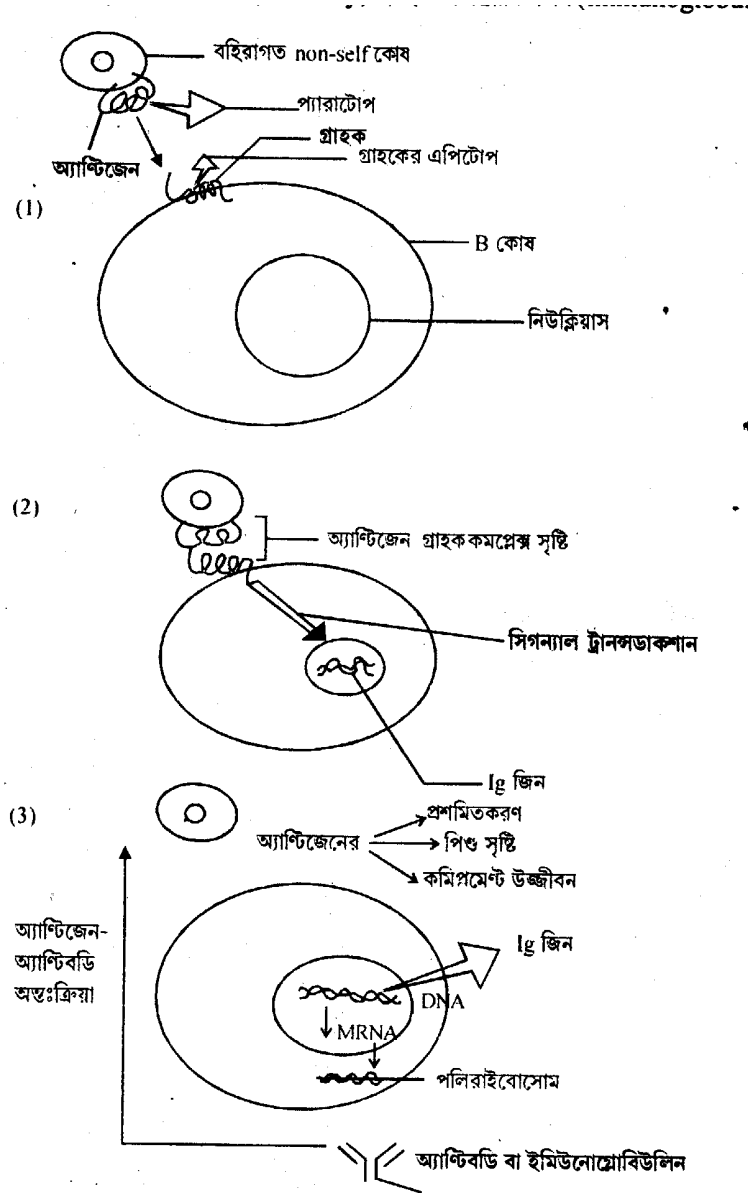
- ইমিউনতন্ত্র সম্পর্কে জানতে পারবেন;
- কিভাবে ইমিউনোগ্লোবিউলিন নামক এই অণুগুলি আমাদের দেহে প্রতিনিয়ত তৈরী হচ্ছে সে বিষয়ে অবগত হবেন;
- ইমিউনোগ্লোবিউলিন কিভাবে মেরুদন্ডী প্রাণীর রক্ষাকবচ হিসাবে কাজ করে তার বিষয়ে সম্যক জ্ঞান লাভ করবেন;
- রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা অর্জন করতে দেহ কিভাবে এই অণুটির আকৃতি ও প্রকৃতিগত 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।

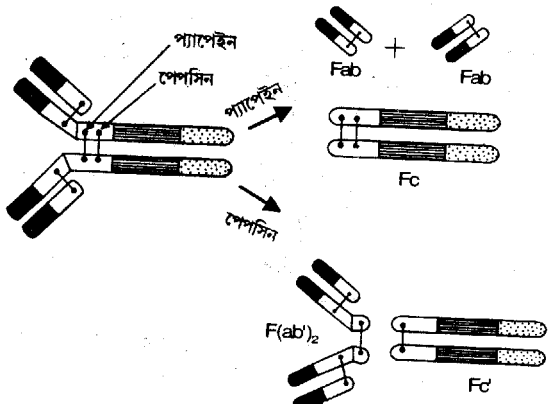
সাধারণভাবে সমস্ত অ্যান্টিবডি বা ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণু—

(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।

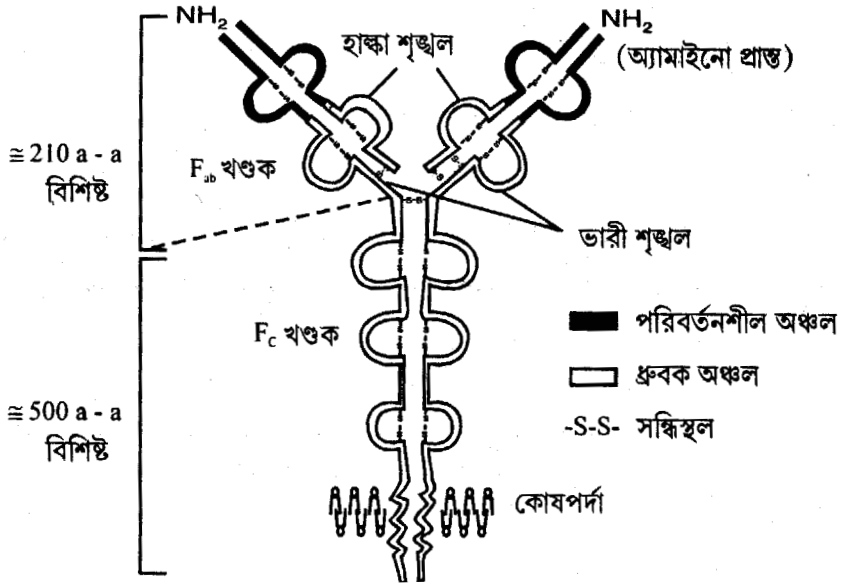
(ii) এই শৃঙ্খলগুলি S—S বন্ধনীর অ্যাসিডিফিকেশান (acidification) প্রক্রিয়ায় আলাদা করা যায়।

(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

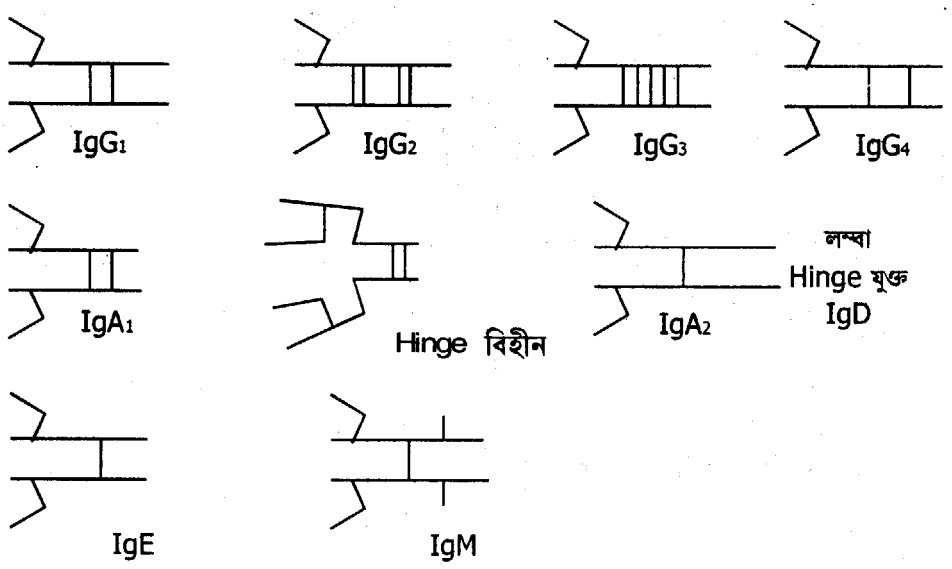
H-চেনের আণবিক ভর ঃ 50–55 KD (কিলোডাল্টন)

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।

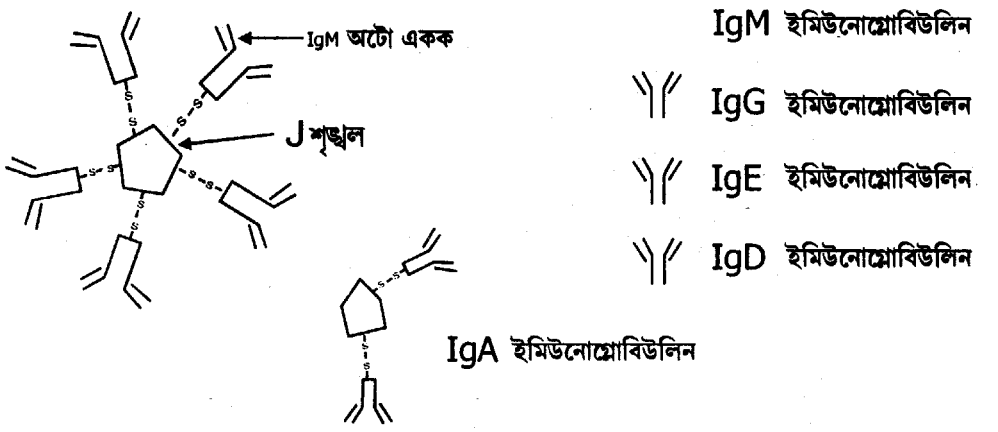
9.2.4 ইমিউনোগ্লোবিউলিন অণু পাঁচটি বিস্তারিত বিবরণ ঃ

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।

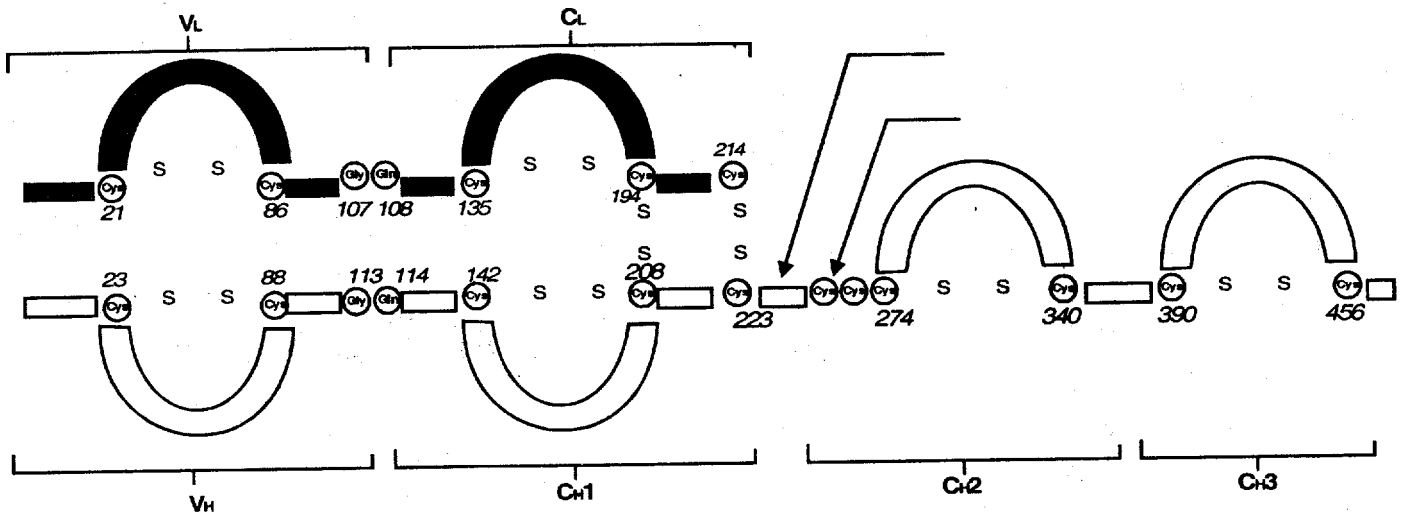


চিত্র 9.5 ইমিউনোগ্লোবিউলিনের শ্রেণীগুলির আকৃতিগত প্রকারভেদ। সাধারণভাবে কতগুলি অটো এককের সমষ্টি একটি অ্যান্টিবডি অণু গঠন করে তার গঠনভিত্তিক আকৃতি।

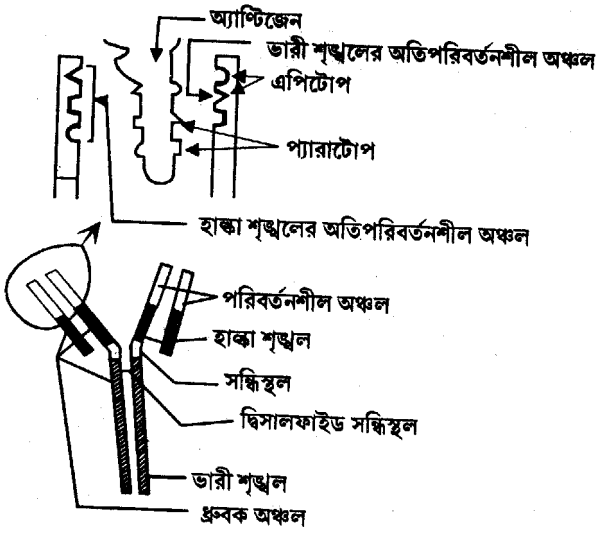
(i) (a) **L শৃঙ্খলের λ** -প্রকারের শৃঙ্খলগুলির কার্বক্সিল প্রান্তগুলি একইরকম। K-প্রকারের শৃঙ্খলগুলিও একইরকম তবে λ ও K প্রকারের পরস্পরের -COOH প্রান্তগুলি ভিন্ন প্রকারের। এগুলি তাদের ধ্রুবক অঞ্চল যাদের যথাক্রমে Cλ ও C_K বলে অভিহিত করা হয়।

(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।



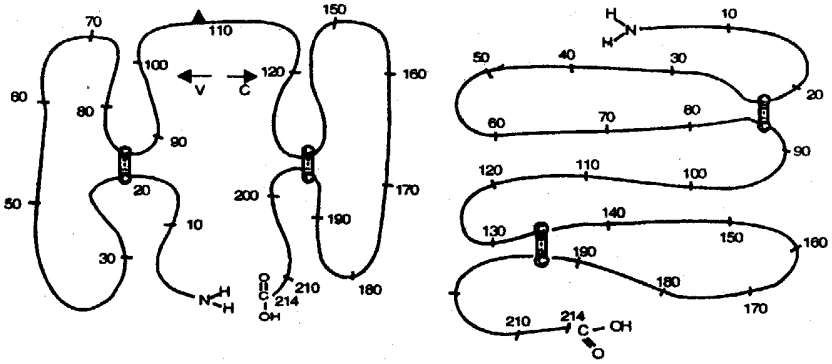
চিত্র 9.7 ঃ ইমিউগ্লোবিউলিনের ''অতিপরিবর্তনশীল' অঞ্চল। বিভিন্ন প্রকারের অ্যান্টিজেন চেনার ক্ষমতা অর্জন করতে অ্যান্টিবডির হাল্কা শৃঙ্খল ও ভারী শৃঙ্খলের কিছু স্থানের অ্যামাইনো অ্যাসিড পরিকাঠামোতে অতিমাত্রায় পরিবর্তনশীলতা দেখা যায়।

(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)

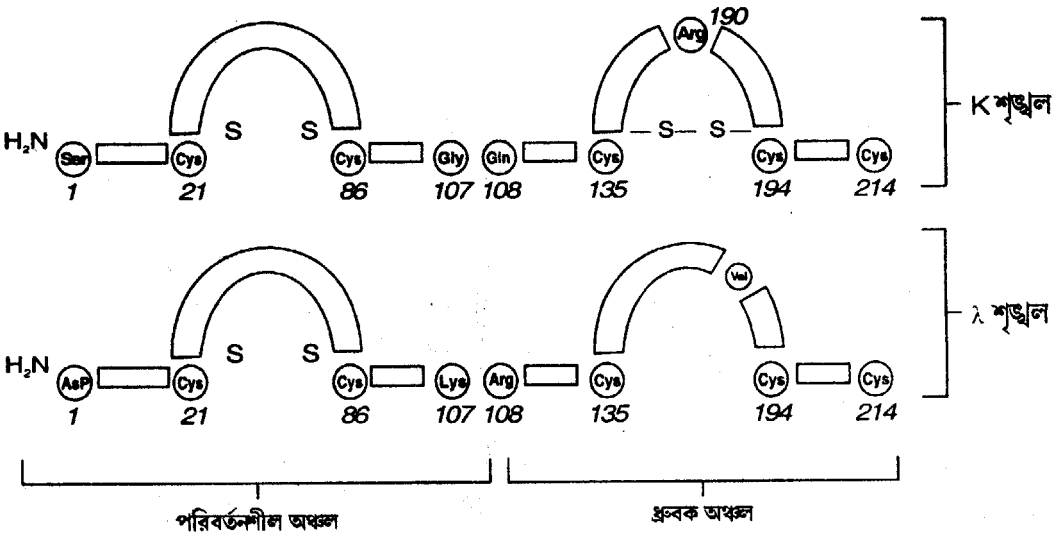
ভারী শৃঙ্খলের পরিবর্তনশীল অঞ্চলেও অনুরূপ 'হাইপারভেরিয়েবল' ডমেইন আছে।

(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— λ 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_ml -এ 153 স্থানে ভ্যালিন্ ও 191-এ লিউসিন্ আছে, কিন্তু K_m2-তে অ্যালানিন্ ও লিউসিন্ ও K_m3-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।

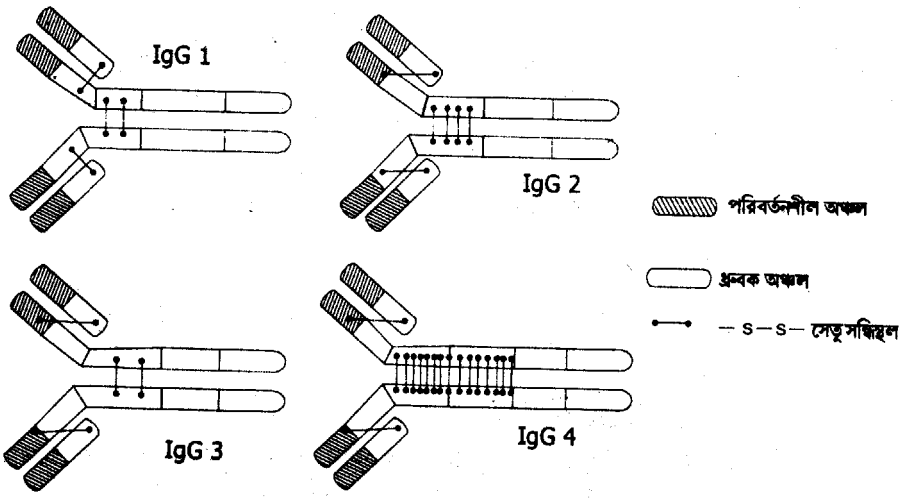
(c) H-শৃঙ্খলের COOH প্রান্তে 3টি অঞ্চল C_H1, C_H2 এবং C_H3 ও 375টি অ্যামাইনো অ্যাসিডব্যাপী স্থানটির সৃষ্টি করেছে যথাক্রমে 114 থেকে 223, 246 থেকে 361 এবং 362 থেকে 496 নং অ্যামাইনো অ্যাসিডে। এদের শতকরা 30 থেকে 40 ভাগ সমতা বা মিল দেখা যায় C_L অংশের (λ বা K শৃঙ্খলের) সাথে।

(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।

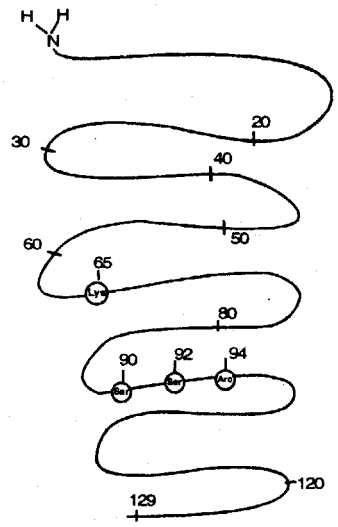
(iii) সেরামে অন্তর্নিসঃরণের ক্ষেত্রে IgG : IgA এর অনুপাত 6 : 1, কিন্তু বহিঃনিঃসরণে IgA- র মাত্রা IgG ও IgM দুইয়ের চেয়েই অধিক।

(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)।

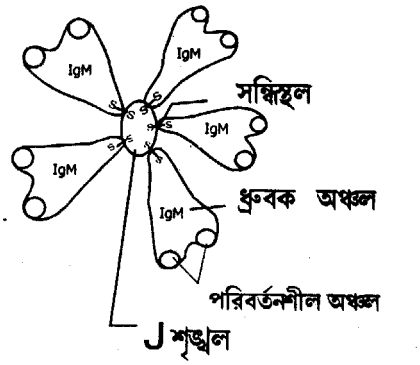
C) IgM :

(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 ≅ 75 – 85%	225 ± 55 ≅ 5 – 15%	125 ± 45 ≅ 5 – 10%	3 < 1%	9.1-1.0 < 1%
দেহে তৈরীর হার (mg/kg দেহ ভর প্রতিদিন)	28	22	5-8	0.4	2.3
L/H-শৃঙ্খল অনুযায়ী ফরমুলা	γ_2K_2 বা $\gamma_2\lambda 2$	α_2K_2 বা $\alpha_2\lambda_2$	$(\mu_2K_2)_5$ .J বা $(\mu_2\lambda_2)_5$ .J	δ_2K_2 বা $\delta_2 y_2$	ε_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।

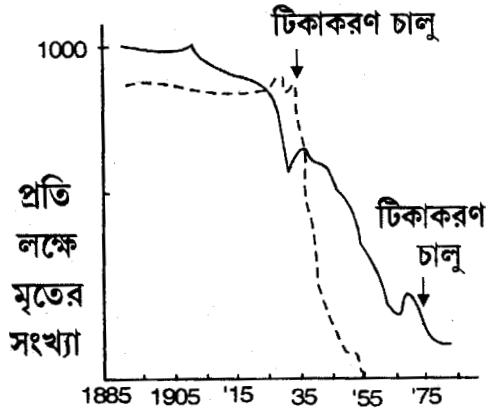
টিকার প্রকারভেদ ঃ

(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) ঃ**

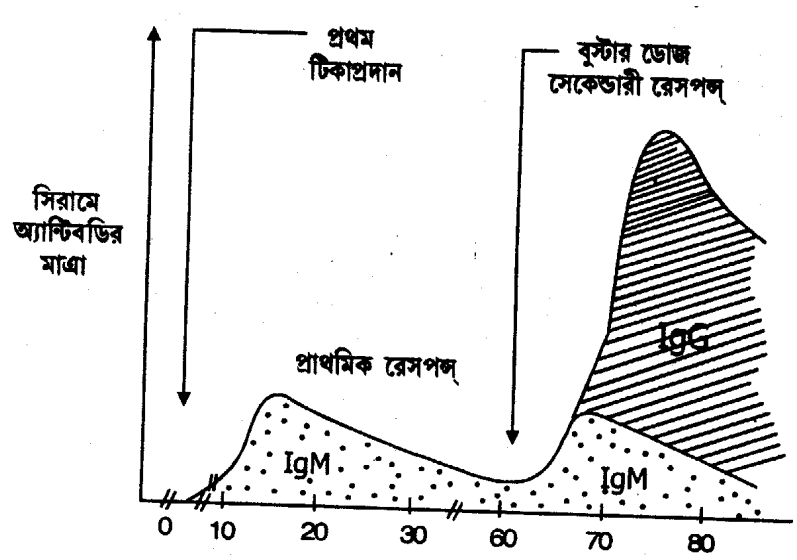
উদাহরণ ঃ Salk polio মৃত ভাইরাস থেকে এবং Sabin oral polio- শক্তিহ্রাস প্রাপ্ত পোলিও ভাইরাস থেকে তৈরি।

● **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।

একক 10 ❑ লিম্ফয়েড ও মায়েলয়েড কোষ [Lymphoid and Myeloid Cell]

গঠন

10.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
10.2 সূচনা
10.3 লিম্ফয়েড কোষ
10.4 মায়েলয়েড কোষ
10.5 ম্যাস্ট কোষ
10.6 আগ্রাসন পদ্ধতি
10.7 অনুচক্রিকা
10.8 সারাংশ
10.9 প্রশ্নাবলী

10.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

বৈচিত্র্যময় এই জীবজগতে প্রতিনিয়ত বিভিন্নপ্রকার ক্ষতিকারক আণুবীক্ষণিক জীব ও বস্তুগুলির সম্মুখীন হই, যেগুলি আমাদের শরীরে প্রবেশ করলে প্রাণীদেহের লিম্ফয়েড ও মায়েলয়েড কোষগুলি তাদের কার্যকলাপ প্রতিহত করে প্রাণীদের সুরক্ষায় এক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। রক্ত সংবহন তন্ত্র এবং লসিকা তন্ত্র, লিম্ফয়েড ও মায়েলয়েড কোষের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে অনাক্রম্যতার একটি কার্যকরী একক হিসেবে উপস্থাপন করে। স্তন্যপায়ী প্রাণীদের অস্থিমজ্জায় অবস্থিত B কোষের পর্দাসংলগ্ন অ্যান্টিবডি দেহে প্রবিষ্ট অ্যান্টিজেনের ক্রিয়া প্রশমিত করে। থাইমাস গ্রন্থিস্থিত T-লিম্ফোসাইট, অন্যান্য অণু মেজর হিস্টোকম্প্যাটিবিলিটি কমপ্লেক্স (MHC), CD4 এবং CD8 অণুর সক্রিয়করণ এবং সাইটোকাইন নিঃসরণের মাধ্যমে দেহে প্রবিষ্ট অ্যান্টিজেনের প্রশমন ঘটায়।

এই অধ্যায়ে বিভিন্ন প্রকার লিম্ফয়েড ও মায়েলয়েড কোষ ও তাদের কার্যকলাপ আলোচনা করা হয়েছে।

10.2 সূচনা ঃ

প্রাণীদেহের অনাক্রম্যতাতন্ত্র বিভিন্ন প্রকার কোষ, কলা এবং অঙ্গ নিয়ে গঠিত। এই সকল কোষ, কলা এবং লিউকোসাইট বা শ্বেত রক্তকণিকা অস্থিমজ্জার সবার্থ সাধক মাতৃকোষ (Pluripotent stem) থেকে উৎপত্তি লাভ করে।

লিউকোসাইট কোষের উৎপতিত দুটি পথে হয়— (i) লিম্ফয়েড পথে T-lymphocyte ও B-lymphocyte এবং (ii) মায়েলয়েড পথে এক নিউক্লিয় ও বহুনিউক্লিয়-লিউকোসাইট, অনুচক্রিকা এবং মাস্টকোষের উৎপত্তি হয়। তৃতীয় একপ্রকার লিম্ফোসাইট কোষ আছে, তার নাম **নাল কোষ (Null Cell)**।

10.3 লিম্ফয়েড কোষ (Lymphoid Cell) ঃ

দেহের শ্বেতরক্তকণিকার শতকরা 20 - 40 ভাগ এবং লসিকার 99 ভাগ কোষই লিম্ফোসাইট।

কার্যকারিতা এবং কোষপর্দার উপাদানের ভিত্তিতে লিম্ফোসাইট কোষকে তিনভাগে ভাগ করা যায়— B, T এবং নাল কোষ। এই তিনপ্রকার কোষই ক্ষুদ্র, চলমান এবং অনাগ্রাসী কোষ (nonphagocytic cell)। এদের গঠনগতভাবে পৃথক করা যায় না।

(ক) 'বি' - লিম্ফোসাইট (B-Lymphocyte)

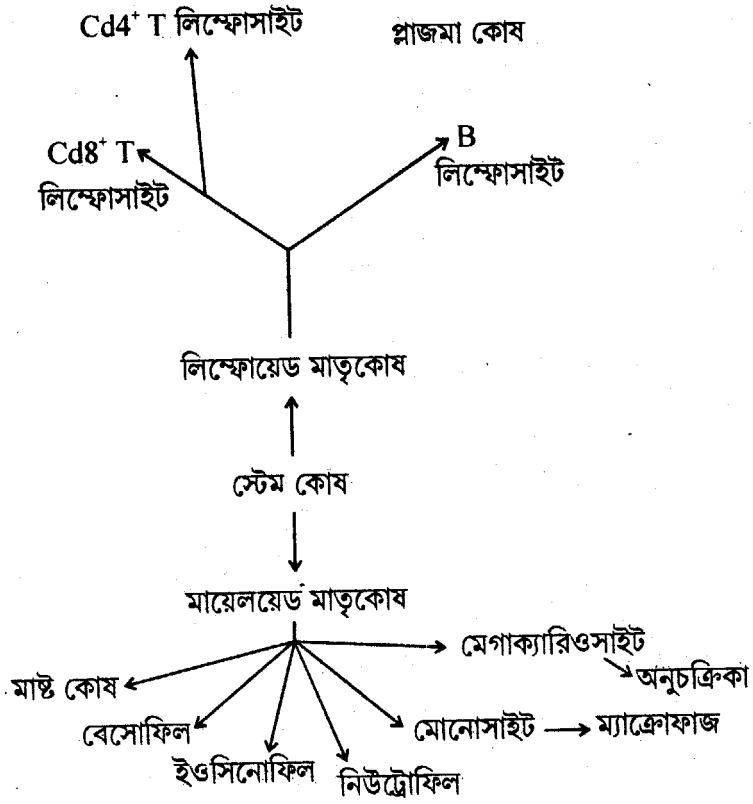
পাখির বার্সা ফ্যাব্রিসিয়াস গ্রন্থিতে (bursa of Fabricius) পরিণতি লাভ করে বলে B-লিম্ফোসাইটের এরূপ নামকরণ হয়েছে। স্তন্যপায়ী প্রাণীদের অস্থিমমজ্জায় এটি সর্বাপেক্ষা বেশী পাওয়া যায়। পরিণত 'B- কোষের' পর্দায় আবদ্ধ ইমিউনোগ্লোবিউলিন (antibody) অণু দেখা যায়, যা অ্যান্টিজেনের গ্রাহক হিসেবে কাজ করে। এই অ্যান্টিবডির উপস্থিতি দ্বারা B-কোষকে অপর লিম্ফোসাইট কোষের থেকে পৃথক করে চিহ্নিত করা যায়। T-কোষ ও ম্যাক্রোফেজ কোষের সম্মেলনে B-কোষের পর্দা সংলগ্ন অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের ক্রিয়ায় B-কোষের ক্লোনাল নির্বাচন (Clonal Selection) হয়। এর ফলে B কোষের পর্দা সংলগ্ন অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের ক্রিয়ায় B-কোষের ক্লোনাল নির্বাচন (Clonal Selection) হয়। এর ফলে B কোষের বারংবার বিভাজন হয়ে প্লাজমা ও মেমারি বা স্মরণ (memory) কোষে পৃথকীকৃত হয়। প্লাজমা সক্রিয়ভাবে অ্যান্টিবডি নিঃসরণ করে।

(খ) 'টি'-লিম্ফোসাইট (T-Lymphocyte) ঃ

থাইম্যাস গ্রন্থিতে এই লিম্ফোসাইটগুলির পরিণতি প্রাপ্ত হয় বলে একে T লিম্ফোসাইট বলে। এই লিম্ফোসাইটে অ্যান্টিজেনের জন্য পর্দাসংলগ্ন গ্রাহক থাকে। যখন মেজর হিস্টোকম্প্যাটিবিলিটি কমপ্লেক্স (MHC) দ্বারা অ্যান্টিজেন এন্‌কোড (encode) হয় তখনই একমাত্র T-কোষ গ্রাহক অ্যান্টিজেনকে চিহ্নিত করতে পারে। T-লিম্ফোসাইটের পর্দা সংলগ্ন দু-প্রকার বিশেষ অণু CD4 এবং CD8 থাকে। যে T কোষ CD4 অণুকে প্রকাশ করে সেই T-কোষ Class II MHC সংযুক্ত অ্যান্টিজেনকে চিহ্নিত করে। অনুরূপভাবে যে T-কোষ CD8 অণুকে প্রকাশ করে সেই T-কোষ Class I MHC সংযুক্ত অ্যান্টিজেনকে চিহ্নিত করে। CD4 T- কোষ হল T helper (Tn) কোষ এবং Class B MHC নির্ধারিত। CD8' T কোষ হল T-cytotoxic (Tc) কোষ এবং এটি Class I MHC নির্ধারিত।

(গ) নাল কোষ (Null Cell) ঃ

কিছু সংখ্যক প্রান্তীয় লিম্ফোসাইট হ'ল নাল কোষ। T-কোষ এবং B-কোষের মত নাল কোষের পর্দায় কোন বিশেষ অণু নহে। নাল কোষে অ্যান্টিজেন বন্ধনকারী গ্রাহক পাওয়া যায় না। নাল কোষের অনাক্রম্য বিশেষত্ব এবং স্মরণ ক্ষমতা নেই। কিছু সংখ্যক বৃহৎ, দানাদার নাল কোষকে স্বাভাবিক মারক (natural killer) কোষ বলা হয়। এই natural killer কোষ টিউমার কোষকে ধ্বংস করে।



চিত্র 10.1 অন্যাক্রম্যতার জন্য দায়ী কোষ-এর উৎপত্তি।

10.4 মায়েলয়েড কোষ (Myeloid cell) ঃ

মেনোনিউক্লিয়ার ফ্যাগোসাইট্স (Mononuclear Phagocytes) ঃ

অস্থিমজ্জায় সাধারণ জনিতৃ মায়েলয়েড কোষ থেকে মোনোসাইট তৈরী হয়ে রক্তপ্রবাহে প্রবাহিত হয় এবং বিভিন্ন অঙ্গ ও কলাতে পরিবাহিত হয়ে ম্যাক্রোফাজে পরিণত হয়। মানুষের মোনোসাইট, লিম্ফোসাইট থেকে অনেক বড় হয় এবং নিউক্লিয়াসটি বৃক্কের মধ্যে মত দেখতে হয়। এই সক্রিয় আগ্রাসন কারী কোষগুলির কোষপর্দা খুব কুঞ্চিত হয় এবং বহুসংখ্যক দানাদার কোষীয় অঙ্গানু থাকে যা লাইসোজোম নামে পরিচিত। লাইসোজোমের অনেক উৎসেচক থাকে যা ক্ষুদ্র জীবাণুকে ধ্বংস করে। এই এক নিউক্লিয় ফ্যাগোসাইটের কোষপর্দায় বিভিন্ন প্রকার গ্রাহক থাকে যারা অচেনা বস্তুর গ্রহণ এবং তাদের বিনষ্টিকরণে সাহায্য করে। ম্যাক্রোফাজের এইরূপ কার্যকলাপে T-লিম্ফোসাইট নিঃসৃত লিম্ফোকাইন সাহায্য করে। দেহের বিভিন্ন অঙ্গ এবং কলাকোষে ম্যাক্রোফাজের অবস্থান অনুযায়ী তাদের নিম্নলিখিতভাবে নামকরণ করা হয়।

(i) ফুসফুস— ফুসফুসীয় ম্যাক্রোফাজ (Pulmonary macrophage)

(ii) সংযোজক কলায়— হিস্টিওসাইট (Histiocyte)

(iii) যকৃতে— কুপ্‌ফার কোষ (Kupffer cell)

(iv) বৃক্কে— মেসেনগ্লিয়াল কোষ (Mesenglial cell)

(v) মস্তিষ্কে— মাইক্রোগ্লিয়াল কোষ (Microglial cell)

(খ) পলিমর্‌ফোনিউক্লিয়ার লিউকোসাইট (Polymorphonuclear Leukocytes) ঃ

এই কোষগুলিকে **গ্র্যানুলোসাইটও** বলা হয় এবং এরা খুব অল্পদিন বাঁচে। পরিণত কোষটির নিউক্লিয়াস বহু প্রকোষ্ঠযুক্ত এবং বহুসংখ্যক দানাযুক্ত। এই কোষগুলি তিনরকমের হয়— নিউট্রোফিল, ইসিনোফিল এবং বেসোফিল।

(i) **নিউট্রোফিল ঃ** রক্তবাহে প্রবাহিত বেশীরভাগ গ্র্যানুলোসাইট হল নিউট্রোফিল। এই গ্র্যানুউল বা দানাগুলি বহুসংখ্যক জীবাণুধ্বংসী বীজঘ্ন (microbicidal) অণু নিয়ে গঠিত এবং যখন জীবাণুর আক্রমণ বা আঘাতপ্রাপ্ত স্থানে কেমোট্যাক্টিক উপাদান তৈরী হয়, তখন এই বীজঘ্ন দানাগুলি আক্রমণ স্থানের কোষ কলায় উন্মুক্ত হয়।

(ii) **ইওসিনোফিল ঃ** এরা একপ্রকার আগ্রাসনকারী কোষ এবং এদের কর্মক্ষমতা নিউট্রোপিলের থেকে কম। সাধারণ সুস্থ দেহে এদের সংখ্যা কম, কিন্তু দেহে কতকগুলি নির্দিষ্ট অ্যালার্জির পরিস্থিতিতে এদের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং এদের থেকে কিছু কোষবিষাণু (cytotoxin) মুক্তি পায়।

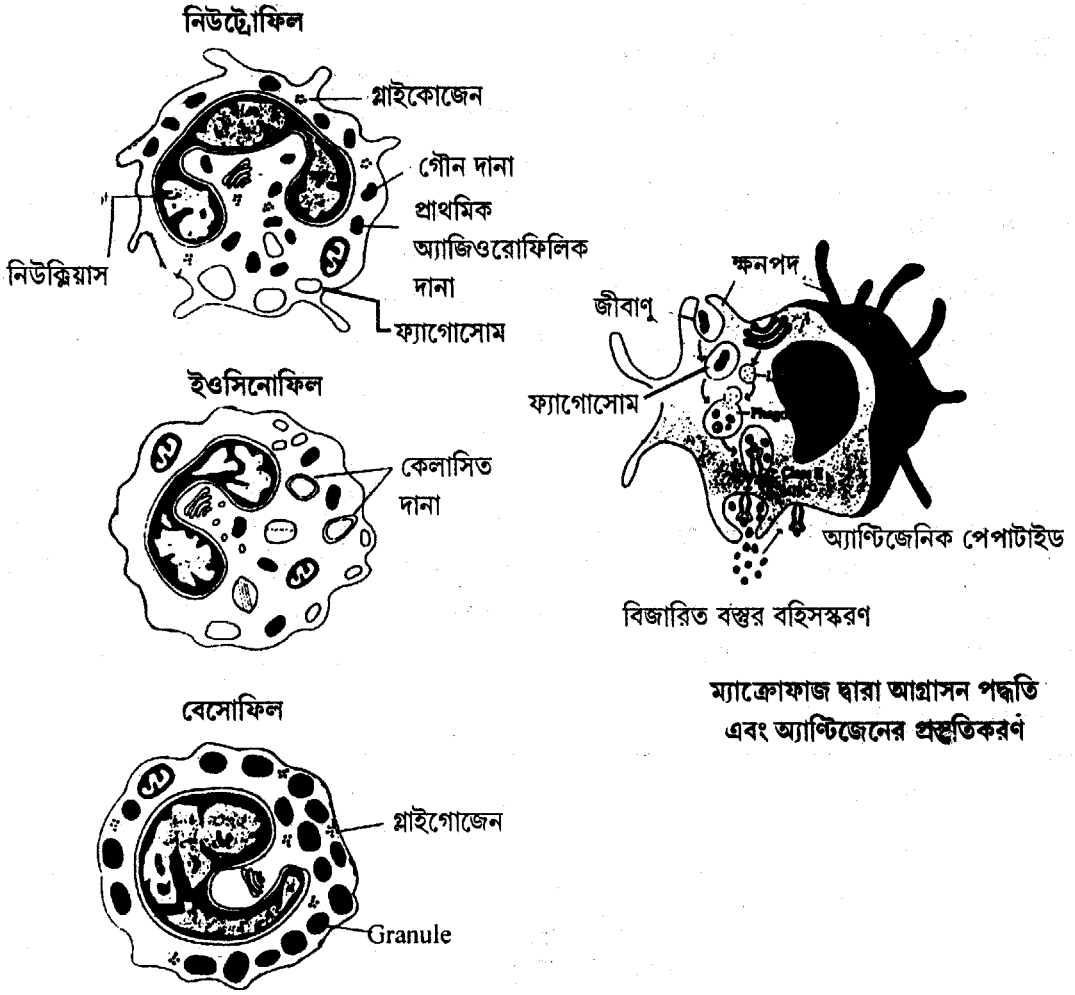
(iii) **বেসোফিল ঃ** রক্তবাহে এদের খুব কম সংখ্যায় পাওয়া যায়। এই কোষগুলির বহিঃপর্দায় IgE অ্যান্টিবডির Fc অংশের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার জন্য কিছু গ্রাহক থাকে। অ্যান্টিজেন IgE অ্যান্টিবডির সঙ্গে যুক্ত হলেও (crosslinking) কিছু ফার্মাকোলজিক্যাল উপাদান, যেমন- হিস্টামিন (Histamin), বেসোফিল থেকে নিঃসৃত হয়। এই উপাদানগুলি প্রদাহের সৃষ্টি করে। বেসোফিল কোষ অস্থিমজ্জা থেকে উৎপত্তি লাভ করে।

10.5 ম্যাস্ট কোষ (Mast cell) ঃ

ম্যাস্ট কোষ অনাগ্রাসী কোষ। এরা কিছু পদার্থ নিঃসৃত করে যা হাইপারসেন্‌সিটিভিটি (hypersensitivity) ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে অপরিহার্য ভূমিকা গ্রহণ করে। ম্যাস্ট কোষ বিভিন্ন প্রকার কলায় দেখা যায়, যেমন ত্বকে, সংযোজক কলায়, আবরণী কলায়, রেচনজনন অঙ্গে এবং পরিপাক তন্ত্রে। ম্যাস্ট কোষে সাইটোপ্লাজমীয় কলা হিস্টামিন থাকে। এই হিস্টামিন (Histamin) এলার্জি সংবেদন সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে।

10.6 আগ্রাসন পদ্ধতি (Phagocytosis) ঃ

সক্রিয় আগ্রাসনকারী কোষ ম্যাক্রোফাজ বহিঃস্থ অ্যান্টিজেনের অদ্রবীভূত কণা (আঘাতপ্রাত এবং মৃত কোষ জীবাণুর দেহাংশ ইত্যাদি) গ্রহণ, বিপাক এবং তার আত্তীকরণ করে।



চিত্র 10.2 গ্ল্যানুলোসাইটের চিত্র

আগ্রাসন পদ্ধতির প্রথম ধাপে, অনাক্রম্যতার বিশেষ উপাদানের উপস্থিতিতে ম্যাক্রোফাজ আকৃষ্ট হয়, এই ধাপটিকে কেমোট্যাক্সিস (Chemotaxis) বলে। এরপরের ধাপে অ্যান্টিজেন, ম্যাক্রোফাজ কোষ পর্দায় সংযুক্ত (adherence) হয়। সংযুক্তকরণের পর ম্যাক্রোফাজ কোষ পর্দা থেকে ক্ষণপদ (pseudopodia) তৈরী হয় যা সংযুক্ত অ্যান্টিজেনকে ঘিরে ফেলে। এই ক্ষণপদ দ্বারা গৃহীত অ্যান্টিজেন একটি পর্দাবেষ্টিত গঠনে আবদ্ধ হয়। একে ফ্যাগোজোম (Phagosome) বলা হয়। এই ফ্যাগোজোম কোষ অভ্যন্তরে গৃহিত হয় এবং লাইসোজোমের সঙ্গে যুক্ত হয়ে ফ্যাগোলাইসোজোম গঠন করে। লাইসোজোম থেকে হাইড্রোজেন পারক্সাইড, লাইসোজাইম এবং মুক্ত অক্সিজেন মূলক নিঃসৃত হয় যা গৃহিত অ্যান্টিজেনকে বিনষ্ট করে। বিনষ্ট অ্যান্টিজেন ফ্যাগোসাইটোজোম থেকে **এক্সোসাইটোসিস পদ্ধতিতে** বাইরের মুক্ত হয়।

10.7 অনুচক্রিকা (Platelets) ঃ

মায়েলয়েড মাতৃকোষ থেকে অনুচক্রিকা তৈরী হয়। রক্ততঞ্চন ছাড়া অনুচক্রিকা অঙ্গের প্রদাহেও মুখ্য ভূমিকা গ্রহণ করে।

10.8 সারাংশ ঃ

বিভিন্ন প্রকার অসংখ্য কোষ এবং অঙ্গের সমন্বয়ে প্রাণীদেহের অনাক্রম্যতাতন্ত্র গঠিত। অস্থিমজ্জার pluripotent স্টেম কোষ থেকেই এই তন্ত্রের বিভিন্ন প্রকার কলা, কোষ, শ্বেতকণিকা এবং লোহিত রক্ত কণিকা গঠিত হয়।

প্রধানতঃ দুটি ভিন্ন পথে শ্বেতরক্তকণিকার উৎপত্তি হয়— (i) লিম্ফয়েড কোষ থেকে T-লিম্ফোসাইট এবং B-লিম্ফোসাইট গঠনের মাধ্যমে, (ii) মায়েলয়েড কোষ থেকে এক নিউক্লিয় এবং বহু নিউক্লিয় শ্বেতকণিকা সহ অনুচক্রিকা এবং ম্যাস্ট কোষ গঠনের মাধ্যমে। কার্যকারিতা এবং কোষপর্দার উপাদানের ভিত্তিতে লিম্ফোসাই কোষকে তিনভাগে ভাগ করা হয় — B, T এবং নাল কোষ। একইভাবে মায়েলয়েড কোষগুলিকে গঠন এবং কার্যকারিতা অনুসারে দুইভাগে ভাগ করা যায়— (i) মোনোনিউক্লিয়াস এবং (ii) পলিমরফো নিউক্লিয়াস। অনুচক্রিকা আঘাতপ্রাপ্ত স্থানে রক্ততঞ্চন ও প্রদাহে এবং ম্যাস্ট কোষ (hypersensitivity) ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

10.9 প্রশ্নাবলী ঃ

1. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ

(a) প্রাণীদেহে B-লিম্ফোসাইটের অবস্থান কোথায়?

(b) B-লিম্ফোসাইটের কাজ কি?

(c) প্রাণীদেহে T-লিম্ফোসাইটের অবস্থান কোথায়?

(d) T-লিম্ফোসাইটের কাজ কি?

(e) স্বাভাবিক মারক (natural killer) কোষের কাজ কি?

(f) পলিমরফো নিউক্লিয়ার লিউকোসাইট কয় প্রকার ও কি কি?

(g) ইওসিনোফিলের কাজ কি?

(h) ম্যাস্ট কোষের কাজ কি?

(i) ফ্যাগোসাইটোসিস পদ্ধতিটি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।

(j) বেসোফিল কোষের কাজ কি?

2. **সঠিক উত্তরটি মিলিয়ে লিখুন ঃ দুদিকের সারি মেলান**

(i) যকৃৎ	(i) মাইক্রোগ্লিয়াল কোষ
(ii) বৃক্ক	(ii) কুপ্ফার কোষ
(iii) সংযোজক কলা	(iii) হিস্টিওসাইট
(iv) ফুসফুস	(iv) মেসেনগ্লিয়াল কোষ
(v) মস্তিষ্ক	(v) ফুসফুসীয় ম্যাক্রোফাজ

3. **শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ**

(a) পাখির _____ গ্রান্থিতে পরিণতি লাভ করে বলে B-লিম্ফোসাইটের এরূপ নামকরণ হয়েছে।

(b) T-কোষ ও ম্যাক্রোফাজ কোষের সম্মেলনে B-কোষের পর্দা সংলগ্ন অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের ক্রিয়ায় B কোষের _____ _____ হয়।

(c) যে T-কোষ CD4+ অনুকে প্রকাশ করে সেই T-কোষ ____ _____ সংযুক্ত অ্যান্টিজেনকে চিহ্নিত করে।

(d) যে T-কোষ CD8+ অনুকে প্রকাশ করে সেই T-কোষ _____ _____ সংযুক্ত অ্যান্টিজেনকে চিহ্নিত করে।

(e) অস্থিমজ্জায় সাধারম জনিতৃ _____ কোষ থেকে মোনোসাইট তৈরী হয় যা রক্তপ্রবাহে প্রবাহিত হয় এবং বিভিন্ন অঙ্গ ও কলাতে পরিবাহিত হয়ে _____ পরিণত হয়।

(f) ম্যাস্ট কোষ _____ কোষ।

(g) রক্ততঞ্চন ছাড়া অনুচক্রিকা _____ মুখ্য ভূমিকা গ্রহন করে।

একক 11 ❑ টি-কোষ গ্রাহক ও সাইটোকাইন [T-Cell receptor & Cytokines]

গঠন

11.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
11.2 T-কোষ গ্রাহকের গঠন
11.3 T-কোষ পর্দার সহ অণু
11.4 CD4 ও CD8 সংগ্রাহক
11.5 সাইটোকাইন
11.6 সারাংশ
11.7 প্রশ্নাবলী

11.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

T-কোষ গ্রাহক একটি ডাইসালফাইড বন্ধনীযুক্ত হেটেরোডাইমারিক গ্লাইকোপ্রোটিন। এর দ্বারা বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিজেনকে 'টি' কোষ (T-Cell) চিনতে পারে। এই 'টি'-কোষ গ্রাহক, কোষ পর্দার ওপর CD3 নামক পলিপেপটাইডের সঙ্গে যৌগ গঠন করে।

'T' কোষ গ্রাহক দ্রবীভূত অ্যান্টিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। যে সব তৈরী অ্যান্টিজেন নিজস্ব MHC অনুর সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে অ্যান্টিজেন প্রেজেন্টিং কোষে সংলগ্ন থাকে, সেইসব অ্যান্টিজেনের সঙ্গে 'T' কোষ গ্রাহক যুক্ত হয়।

'T' কোষ গ্রাহক একটি হেটেরোডাইমার। এটি α এবং β অথবা γ এবং δ শৃঙ্খল নিয়ে গঠিত (চিত্র 11.2)

এই অধ্যায়ে দেহে বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিজেনকে সনাক্তকারী T-কোষ গ্রাহক সম্পর্কে ও সাইটোকাইন সম্পর্কে আলোচনা করে দেহের অনাক্রম্যতায় এদের অবদানের কথা আলোচনা করা হয়েছে।

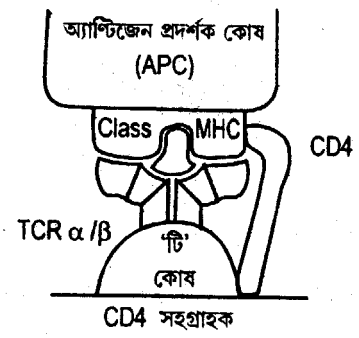
11.2 'টি'-কোষ গ্রাহকের গঠন (Structure of T-cell receptor)

'T' কোষ গ্রাহক হেটেরোডাইমারের ইমিউনোগ্লোবিউলিন অনুর মত ডোমেন গঠন করে। 'T' কোষ গ্রাহক ডোমেনের দুটি অংশ— একটি পরিবর্তনশীল (variable) এবং অপরটি ধ্রুবক (constant) (চিত্র 11.5)

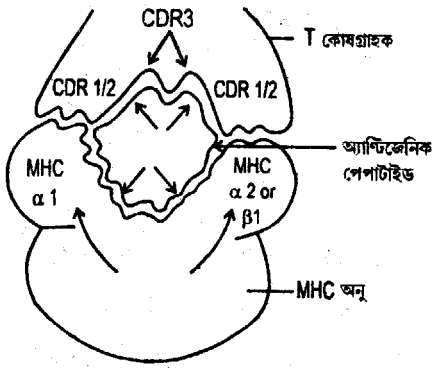
$\alpha\beta$ এবং γ δ 'T'- কোষ গ্রাহক উভয়েই এক প্রকার ট্রান্সমেম্ব্রেন (transmembrane) এবং প্রোটিন। পরিবর্তনশীল অর্থাৎ variable (V) ডোমেনে তিনটি CDR (cluster determining region) সজ্জিত থেকে আশানুরূপ অ্যান্টিজেন বন্ধনকারী স্থানের সৃষ্টি করে। CDR1 এবং CDR2 অ্যান্টিজেন বন্ধনকারী স্থানের প্রান্তে অবস্থান করে এবং প্রাথমিকভাবে MHC অনুর a-helical অংশে সংযুক্ত থাকে। CDR3 অ্যান্টিজেন বন্ধনকারী স্থানের কেন্দ্রে অবস্থান করে এবং এই CDR3 অ্যান্টিজেনিক পেপটাইড্‌কে MHC এর সঙ্গে ধরে রাখতে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে। 'T'-কোষ গ্রাহক পর্দার ওপর পরস্পর খুব কাছাকাছি থাকে (12Å এর মধ্যে)।

11.3 'T'-কোষ সহ পর্দার সহ অনু (T-Cell accessory membrane molecules) ঃ

অ্যান্টিজেন MHC যৌগকে শুধুমাত্র TCR-CD3 যৌগ চিনতে (recognition) পারে তা নয়, কিছু অন্য পর্দাসংলগ্ন অন্য অণু ও অ্যান্টিজেনের পরিচয় নির্ণয়ে (antigen recognition) এবং 'T' কোষের সক্রিয়করণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এই অণুগুলির মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ হল CD4 (চিত্র 11.1) এবং CD8 সহগ্রাহক (coreceptor)।



চিত্র 11.1 : CD4 সংগ্রাহক



চিত্র 11.2 : TCR সংগ্রাহক পেপটাইড MHC ত্রিআণবিক যৌগ

11.4 CD4 ও CD8 সংগ্রাহক (Coreceptor) ঃ

'T' কোষ দুপ্রকার — 'T' সাহায্যকারী কোষ TH (T-helper) এবং 'T' সাটোটক্সিক কোষ Tc(T-cytotoxic), যে 'T'-কোষ CD4 অনুকে প্রকাশ করে, সেটি 'T'-সাহায্যকারী কোষ (T helper) এবং যেগুলি CD8 অনুকে প্রকাশ করে সেগুলি হল T-সাইটোটক্সিক (Tc) কোষ।

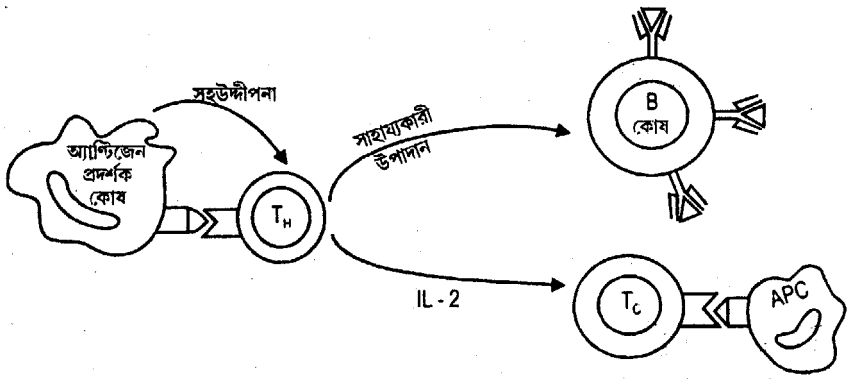
যে সমস্ত অ্যান্টিজেন Class II MHC অনুর সঙ্গে যুক্ত হয় তা CD4+T কোষ দ্বারা চিহ্নিত হয় এবং যে সমস্ত অ্যান্টিজেন Class I MHC অনুর সঙ্গে যুক্ত হয় তা CD8+T কোষ দ্বারা চিহ্নিত হয়।

CD4 এবং CD8, T-কোষ গ্রাহকের সঙ্গে পেপটাইড MHC অনু যুক্ত হওয়াকে অনেক গুণ বাড়িয়ে দেয়।

CD4 একটি 55 kDa (কিলো ডালটন) মোনোমারিক পর্দাসংলগ্ন গ্লাইকোপ্রোটিন এবং CD8 একটি ছোট 30kDa এর গ্লাইকোপ্রোটিন।

Class I MHC অনুর α_1 এবং α_2 ডোমেনের খাঁজে অ্যান্টিজেনিক পেপটাইড এবং Class II MHC অনুর α_1 এবং β_2 ডোমেনের খাঁজে অ্যান্টিজেনের পেপটাইড যুক্ত হয়। অ্যান্টিজেনিক পেপটাইডের যে নির্দিষ্ট অংশদ্বারা 'T'-কোষ গ্রাহকের (T-cell receptor) সঙ্গে যুক্ত হয় তাকে **এপিটোপ** (Epitope) বলে এবং যে অংশ দ্বারা MHC অনুর সঙ্গে যুক্ত হয় তাকে **এপিটোপ** (Agretope) বলে।

T_H কোষ যখনই অ্যান্টিজেন MHC II এর সঙ্গে যৌগ গঠন করে তখনই T_H কোষ কার্যকরী (effection) কোষে পরিণত হয়ে IL-2 (ইন্টারলিউকিন-2) নামের সাইটোকাইন নিঃসৃত করে। নিঃসৃত IL-2, B-কোষ T_C-কোষ এবং ম্যাক্রোফাজকে সক্রিয় করে অনাক্রম্যতায় উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে (চিত্র 11.3)।



চিত্র 11.3 : অ্যান্টিজেন প্রদর্শক কোষ থেকে প্রাপ্ত সহউদ্দীপকের প্রভাবে T_H কোষের সক্রিয়করণ

TCR হেটেরোডাইমারে অবস্থিত a এবং b চেন পেপটাইড এবং MHC অনুকে চিনতে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। TCR α এবং β চেনের পরিবর্তনশীল অঞ্চলের (variable region) বিভিন্নতার জন্য অ্যান্টিজেনিক পেপটাইড এবং MHC অণুর প্রতি 'T' কোষ গ্রাহকের অধিক আকর্ষণ (high specificity) দেখা যায়।

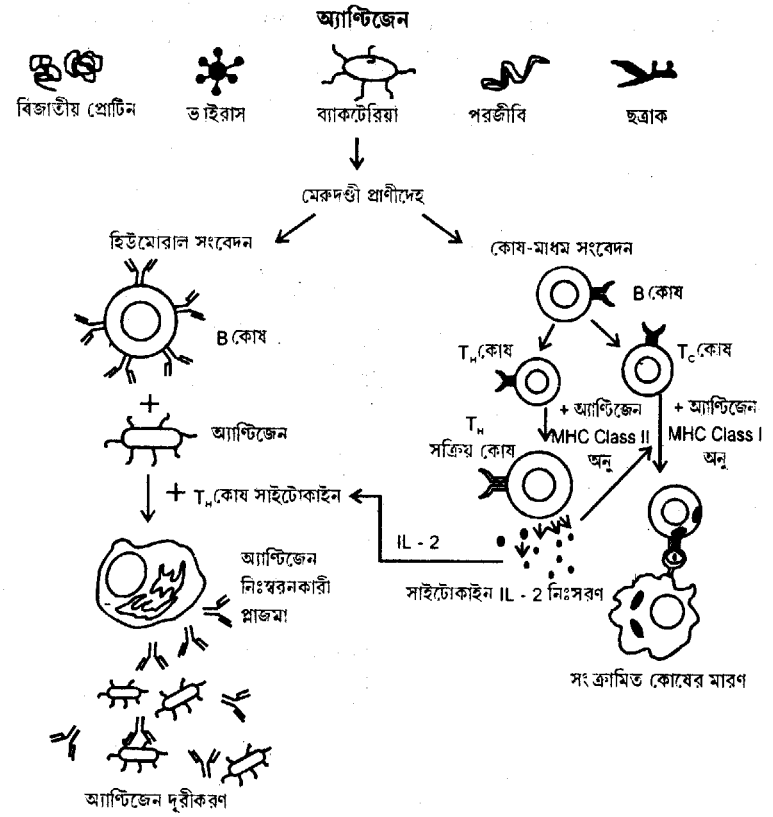
CDR সম্বলিত 'T' কোষ গ্রাহকের পরিবর্তনশীল ডোমেনের b-pleated sheet গঠন দুটি CDR3 লুপ অ্যান্টিজেনিক পেপটাইডের সঙ্গে এবং CDR1 ও CDR2 লুপ MHC অনুর সঙ্গে ক্রিয়া করে।

সারণী 6 : অ্যান্টিজেন প্রদর্শক কোষ (Antigen Presenting Cells)

কোষ	অবস্থান
1. মোনোসাইট	রক্ত
2. ম্যাক্রোফাজ	রেটিকুলো এণ্ডোথেলিয়াম তন্ত্র
3. ল্যাঙ্গারহ্যান্স কোষ	ত্বক
4. ইন্টারডিজিটেটিং কোষ	লিম্ফ নোড
5. ডেন্ড্রিটিক কোষ	রক্ত
6. B-লিম্ফোসাইট	রক্ত, লিম্ফয়েড কোষ
7. ইয়োসিনোফিল	রক্ত

11.4.1 'T' কোষের সক্রিয়করণ ঃ

দেহ অবস্থিত মুক্ত অ্যান্টিজেন দ্বারা 'T' কোষ কখনই সক্রিয় হয় না। অ্যান্টিজেন প্রদর্শক কোষে যুক্ত অ্যান্টিজেনিক পেপটাইডের দ্বারা 'T' কোষ সক্রিয় হয়। অ্যান্টিজেনিক পেপটাইডগুলি একমাত্র 'T' কোষ গ্রাহক দ্বারা চিহ্নিত হয়। MHC (মেজর হিস্টোকম্প্যাটিবিলিটি যৌগ) অনু অ্যান্টিজেন প্রদর্শক কোষে অ্যান্টিজেনের সঙ্গে যৌগ গঠন করে এবং এই যৌগ 'T' কোষ গ্রাহক দ্বারা চিহ্নিত হয়। এই পরিস্থিতি 'T' কোষকে উদ্দীপ্ত করে, যার ফলে 'T' কোষের ক্লোনের সংখ্যা বর্ধিত হয়ে সংক্রামক জীবাণুর সঙ্গে লড়াই-এর জন্য কার্যকরী কোষে পরিণত হয়। দু-প্রকার 'T' কোষ 'T' সাহায্যকারী বা 'T' হেলপার (T_H) এবং 'T' সাইটোটক্সিক কোষ (T_C) এই কাজে অন্যতম ভূমিকা পালন করে। এই কাজে কিছু রাসায়নিক সংজ্ঞাবহ উপাদান (chemical signals) গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এদের সাইটোকাইন বলা হয়। অ্যান্টিজেন প্রদর্শক ম্যাক্রোফাজ কোষের সঙ্গে T_H কোষ যুক্ত হলে ঐ ম্যাক্রোফাজ কোষ একটি সাইটোকাইন ইন্টারলিউকিন-1 (IL-1) নিঃসৃত করে। এর ফলে TH কোষ অপর একটি সাইটোকাইন ইন্টারলিউকিন -2 (IL-2) নিঃসৃত করে। IL-2, T_H কোষের পরিণতি, বিবর্ধন এবং সংখ্যা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। IL-2, B কোষ তথা হিউমোরাল সংবেদন পথকে সক্রিয় করে। T_H কোষ থেকে নিঃসৃত সাইটোকাইন কোষ মাধ্যম সংবেদন (cell mediated response) পথকে উদ্দীপ্ত করে 'T' লিম্ফোসাইটের বিভেদীকরণ ঘটায় এবং সাইটোটক্সিক 'T' কোষের উৎপত্তি হয় (চিত্র 11.4)।



চিত্র 11.4 : 'T' কোষের হিউমোরাল এবং কোষ-মাধ্যম সংবেদনে ভূমিকা

'T' কোষের বিভেদিকরণ (T-cell differentiation)

প্রান্তীয় সংরক্ষণের কোষে দ্বিগুণ পরিমাণ CH4+T ও CD8+T কোষ থাকে, সাধারণভাবে CD4+ কে T-সাহায্যকারী (T-helper) কোষ এবং CD8+ কে T-সাইটোটক্সিক (T-cytotoxic) কোষ হিসেবে চিহ্নিত করা হয়। CD4+ এবং CD8+ T-কোষ থাইমাস ত্যাগ করে এবং সংবহনতন্ত্রে স্থির কোষ (Go-stage of cell cycle) হিসেবে প্রবেশ করে। এই প্রকার 'সরল T কোষ' (nerve T-cell) যাদের এখনও পর্য্যন্ত অ্যান্টিজেনের সঙ্গে সংঘাত ঘটেনি, তারা অতি অল্প সাইটোপ্লাজম, ঘন ক্রোমাটিন এবং সংক্ষিপ্ত ট্রান্সক্রিপশানের সমতা সম্পন্ন হয়। এই naive T-কোষগুলি রক্ত সংবহন ও লসিকাতন্ত্রে ক্রমাগত সংবাহিত হয়। এই প্রকার naive T-কোষগুলি অ্যান্টিজেন প্রদর্শক কোষে অবস্থিত অ্যান্টিজেন MHC যৌগকে চিহ্নিত করার পর সক্রিয় হয় এবং প্রাথমিক উদ্দিপনার সূচনা করে। সক্রিয়করণের 48 ঘন্টা পরে naive T-কোষগুলি ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে বৃহৎ ব্লাস্ট কোষে পরিণত হয়।

TCR যৌগ প্রবর্তিত সিগন্যাল 1 এবং CD 28-B7 প্রবর্তিত সহ-উদ্দিপক সিগন্যাল-2 দ্বারা এই সক্রিয়করণ ঘটে। সক্রিয় T-কোষের ট্রান্সক্রিপশনের ফলে IL-2 এর উৎপাদন 100 গুন বর্ধিত হয়। নিঃসৃত IL-2 গ্রাহক কোষের সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে সক্রিয় সরল T-কোষ সংখ্যায় বর্ধিত হয় এবং মেমারি ও effector T-কোষে পরিণত হয় এবং গৌণ উদ্দিপনার সূচনা হয়।

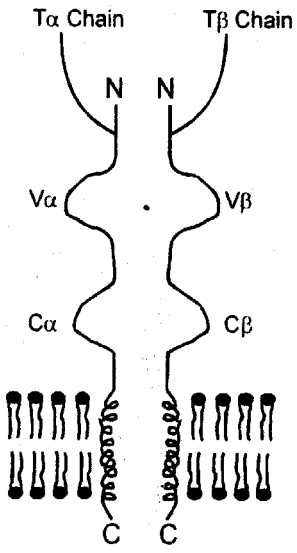
'T' কোষ গ্রাহকের থাইমিক নির্বাচন (Thymic Selection of T-cell receptor)

থাইমাসে অবস্থিত থাইমোসাইটে 'T' কোষ গ্রাহকের জিনের পুর্নবিন্যাস ঘটে, ফলে 'T' কোষ গ্রাহকে বিভিন্নতার সৃষ্টি হয়। এই ঘটনায় একপ্রকার নির্বাচন পদ্ধতি ক্রিয়া করে। এই থাইমিক নির্বাচনের ফলে যে সমস্ত থাইমোসাইটের গ্রাহক নিজস্ব MHC অনুকে প্রদর্শন করে তারাই কেবলমাত্র পরিণতি লাভ করে। প্রকৃত নির্বাচনে (positive selection) ab TCR প্রকাশিত হয় এবং নিজস্ব –MHC অনুর সঙ্গে যুক্ত হয়। যে সমস্ত কোষ প্রকৃতি নির্বাচিত হয় না তারা থাইমাস থেকে অ্যাপোপটসিস (Apoptosis) প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অপসারিত হয়। অপ্রকৃত নির্বাচনে (negative selection) থাইমোসাইটে উচ্চ আকর্ষণ বিশিষ্ট নিজস্ব MHC (self-MHC) অনুর জন্য গ্রাহক থাকে যা একমাত্র দেহস্থ নিজস্ব অ্যান্টিজেন এবং নিজস্ব –MHC অনুর সঙ্গে যুক্ত হয়। এই সমস্ত থাইমোসাইটগুলি পরিণতি লাভ করলে অটোইমিউন সংবেদন (autoimmune response) সক্রিয় হয়ে ওঠে।

এপিথেলিয়াম কোষ, ম্যাক্রোফাজ এবং ডেন্ড্রিটিক কোষ ইত্যাদি কিছু থাইমিক স্ট্রোমাল কোষ উপরিউক্ত প্রকৃত এবং অপ্রকৃত নির্বাচনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

সারণী 7 ঃ থাইমাসে 'T' কোষ নির্বাচনের বিশেষত্ব

ধর্ম	প্রকৃত নির্বাচন (Positive Selection)	অপ্রকৃত নির্বাচন (Negative Selection)
স্থান	কর্টেক্স	মেডালা
স্ট্রোমাল কোষ	এপিথেলিয়াল কোষ	ম্যাক্রোফাজ এবং ডেন্ড্রিটিক কোষ
নির্বাচন পদ্ধতি	নিজস্ব -MHC অনুর জন্য গ্রাহক সংযোজিত থাইমোসাইটের উদ্‌বর্তন	নিজস্ব -MHC অনুর জন্য উচ্চ আকর্ষণ বিশিষ্ট গ্রাহক এবং নিজস্ব অ্যান্টিজেন + নিজস্ব –MHC অনুর জন্য গ্রাহক সংযোজিত থাইমোসাইটের দূরীকরণ
অনাক্রম্য গুরুত্ব	নিজস্ব -MHC অবরোধ	নিজস্ব সহনশীলতা



চিত্র 11.5 : 'T' কোষ গ্রাহক এই ডাইসালফাইড সংযুক্ত হেটোরোডাইমারের প্রতিটি পলিপেপটাইড শৃঙ্খল একটি পরিবর্তনশীল এবং একটি ধ্রুবক অঞ্চল নিয়ে গঠিত

11.5 সাইটোকাইন (Cytokine) ঃ

নানারকম উদ্দীপকের প্রভাবে শ্বেত রক্তকণিকা (WBC) ও অন্যান্য কোষ থেকে নিম্ন আনবিক গুরুত্বের যে নিয়ন্ত্রক প্রোটিন নির্গত হয়, তাকে **সাইটোকাইন** (Cytokine) বলে। সাইটোকাইন লক্ষ্য কোষের (largest cell) পর্দাস্থিত নির্দিষ্ট গ্রাহকের সঙ্গে যুক্ত হয়ে সিগ্‌ন্যাল ট্রান্সডাক্‌শান পথকে উদ্দীপিত করে অভীষ্ট কোষের জিনের পরিবর্তন ঘটায়।

যে কোষে সাইটোকাইন নিঃসৃত করে সেই কোষের গ্রাহকের সঙ্গে সাইটোকাইনের যুক্ত হওয়াকে অটোক্রাইন (autocrine) ক্রিয়া বলা হয়।

পার্শ্ববর্তী কোষের গ্রাহকের সঙ্গে সাইটোকাইন যুক্ত হলে তাকে প্যারাক্রাইন (paracrine) ক্রিয়া বলে।

দূরবর্তী কোষের গ্রাহকের সঙ্গে সাইটোকাইন যুক্ত হলে তাকে **এণ্ডোক্রাইন** (endocrine) ক্রিয়া বলে।

11.5.1 সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

সাইটোকাইনের ক্রিয়া দীর্ঘস্থায়ী। এর তীব্রতা অন্যান্য কোষের বৃদ্ধি, সক্রিয়তা এবং পৃথগীভবনকে উদ্দীপিত করে। উদাহরণস্বরূপ সক্রিয় 'TH' - (T helper) কোষ থেকে নিঃসৃত সাইটোকাইন B-কোষ, TC (T cytotoxic) কোষ, প্রাকৃতিক ঘাতক কোষ (Natural Killer cell) ও আগ্রাসন কোষ (Macrophage)-কে সক্রিয় করে এবং তাদের কার্যপদ্ধতি নিয়ন্ত্রণ করে। অনেক সাইটোকাইন লিউকোসাইট থেকে নিঃসৃত হয়ে লিউকোসাইটের ওপর কাজ করে, তাদের ইন্টারলিউকিন (Interleukine) বলে। সাইটোকাইনগুলি একপ্রকার গ্লাইকোপ্রোটিন এবং এদের আনবিক গুরুত্ব 30kDa-এর কম।

সারণী 8 : বিভিন্ন প্রকার, সাইটোকাইনের তুলনা ঃ

সাইটোকাইন	নিঃসৃতকারী কোষ	লক্ষ্য কোষ/কলা	কাজ
ইন্টারলিউকিন- 1 (IL-I)	মোনোসাইট, ম্যাক্রোফাজ B-কোষ, ডেন্ড্রিটিক কোষ	T_H কোষ, B - কোষ Nk কোষ, ম্যাক্রোফাজ ও নিউট্রোফিল কোষ	সহউদ্দীপক কার্যকলাপ, কোষের পরিণতি এবং ক্লোন বৃদ্ধি (clonal expansion) কার্যপ্রণালীর সক্রিয়কারক, কোমাট্যাক্‌টিক আকর্ষণ
ইন্টারলিউকিন- 2 (IL-2)	T_H - কোষ	অ্যান্টিজেন উদ্দীপিত TH ও TC কোষ, Nk কোষ	বৃদ্ধি সহায়ক কার্যপ্রণালীর সক্রিয়কারক
ইন্টারলিউকিন- 3 (IL-3)	T_H - কোষ, NK কোষ ম্যাস্ট কোষ	হিমাটোপোয়েটিক কোষ, ম্যাস্ট কোষ	বৃদ্ধি ও প্রভেদ নির্ণায়ক, হিস্টামিন নিঃসরণে উদ্দীপিত করে।

সাইটোকাইন	নিঃসৃতকারী কোষ	লক্ষ্য কোষ/কলা	কাজ
ইন্টারলিউকিন- 4 (IL-4)	T_H- কোষ, ম্যাস্ট কোষ, NK কোষ	অ্যান্টিজেন উদ্দীপ্ত B কোষ, সক্রিয় B কোষ	সহউদ্দীপক কার্যকলাপ, বৃদ্ধি সহায়ক ও বিভেদ কারক, IgG এবং IgE এর ক্লাস সুইচিং-এ উদ্দীপক।
		ম্যাক্রোফাজ	Class II MHC প্রকাশকে উদ্দীপনা প্রদান, ফ্যাগোসাইটোসিস কার্যে উদ্দীপক।
ইন্টারলিউকিন- 5 (IL-5)	TH কোষ, ম্যাস্ট কোষ	সক্রিয় B কোষ	বৃধি উদ্দীপক এবং বিভেদ সহায়ক, IgA-এর class switching এর উদ্দীপক।
ইন্টারলিউকিন- 6 (IL-6)	মোনোসাইট, ম্যাক্রোফাজ, T_H কোষ	বর্ধিত কোষ প্লাজমা কোষ মায়েলয়েড কোষ	প্ল্যাজমা কোষের প্রান্তীয় বিভেদীকরণ, অ্যান্টিবডি নিঃসৃতকরণে উদ্দীপক বিভেদীকরণ উদ্দীপক।
ইন্টারলিউকিন- 7 (IL-7)	অস্থি মজ্জা, থাইমিক স্ট্রোমা কোষ	লিম্ফয়েড স্টেম কোষ	আদি B এবং T কোষের বিভেদীকরণ উদ্দীপক।
ইন্টারলিউকিন- 8 (IL-8)	ম্যাক্রোফাজ	নিউট্রোফিল	কেমোকাইন, কেমোট্যাক্সিক আকর্ষণ, ভাস্কুলার এণ্ডোথেলিয়া সংলগ্ন হওয়ার উদ্দীপনা প্রদান।
ইন্টারলিউকিন- 9 (IL-9)	T_H-কোষ	কিছু T_H কোষ	মাইটোজেন হিসেবে কার্য করে, অ্যান্টিজেনের অনুপস্থিতিতে বিবর্ধন সহায়ক।
ইন্টারলিউকিন- 10 (IL-10)	T_H-কোষ	ম্যাক্রোফাজ	সাইটোকাইন নিঃসরণে বাধা সৃষ্টিকারক।
ইন্টারলিউকিন- 11 (IL-11)	অস্থি মজ্জা, স্ট্রোমা কোষ	প্লাজমা সাইটোমাস, আদি B কোষ, হেপাটোসাইট	বৃধি সহায়ক, বিভেদীকরণ সহায়ক, অ্যাকুট ফেজ প্রোটিন সংশ্লেষ সহায়ক।

সাইটোকাইন	নিঃসৃতকারী কোষ	লক্ষ্য কোষ/কলা	কাজ
ইন্টারলিউকিন- 12 (IL-12)	ম্যাক্রোফাজ, B কোষ	সক্রিয় TC কোষ	IL—2 এর সঙ্গে সম্মিলিতভাবে CTL (Cytotoxic T-lymphocyte) -এর বিভেদীকরণ সহায়ক,
		Nk কোষ	বিবর্ধন সহায়ক।
ইন্টারলিউকিন- 13 (IL-13)	T_H কোষ	ম্যাক্রোফাজ	প্রদাহকারী, সাইটোকাইনেরে নিঃসরণে বাধা সৃষ্টিকারক, প্রদাহজনক প্রতিক্রিয়ার নিয়ামক।
ইন্টারলিউকিন- 15 (IL-15)	T_H কোষ	T-কোষ, আন্ত্রিক এপিথোলিয়াম	আন্ত্রিক এপিথেলিয়ামের বৃদ্ধি উদ্দীপক, T-কোষ বিবর্ধক
		Nk কোষ	বিবর্ধন সহায়ক।
ইন্টারলিউকিন- 16 (IL-16)	T কোষ (প্রাথমিকভাবে $CD8^+$), ইওসিনোফিল	$CD4^+$ T কোষ	কেমোট্যাক্সিস Class II MHC প্রকাশনায় ভাইরাসের প্রতিলিপি গঠনে বাধা দেয়।
		মেনোসাইট	কেমোট্যাক্সিস, Class II MHC প্রবুদ্ধকারক।
			ভাইরাসের প্রতিলিপি গঠনে বাধা দেয়।
ইন্টারফেরন- α (IFN-α)	লিউকোসাইট	অসংক্রমিত কোষ	
			ভাইরাসের প্রতিলিপি গঠনে বাধা দেয়।
ইন্টারফেরন- β (IFN-β)	ফাইব্রোব্লাস্ট	অসংক্রমিত কোষ	
			ভাইরাসের প্রতিলিপি গঠনে বাধা দেয়।
ইন্টারফেরন- γ (IFN-γ)	T_H, T_C, NK কোষ	অসংক্রমিত কোষ, ম্যাক্রোফাজ, বিবর্ধক B কোষ	ম্যাক্রোফাজের ক্রিয়া সক্রিয়কারক, IgG 2a তে Class Switch করতে উদ্দীপিত করে।
			বিবর্ধনে বাধা প্রদান করে, বিলম্বিত উচ্চ
		TH_2 কোষ, প্রদাহকারী কোষ	সংবেদনশীলতায় (delayed type hypersensitivity) গুরুত্বপূর্ণ উপাদান।

সাইটোকাইন	নিঃসৃতকারী কোষ	লক্ষ্য কোষ/কলা	কাজ
টিউমার নেক্রোসিস ফ্যাক্টর - α (TNF-α)	ম্যাক্রোফাজ, ম্যাস্ট কোষ	টিউমার কোষ, প্রদাহকারী কোষ	সাইটোটক্সিক প্রভাব, স্থায়ী প্রদাহ নিয়ামক
টিউমার নেক্রোসিস ফ্যাক্টর - β (TNF-β)	T_H, T_C - কোষ	টিউমার কোষ	TNF— α সমগোত্রীয় কাজ
		ম্যাক্রোফাজ কোষ	ফ্যাগোসাইটিক ক্রিয়াকলাপ নিয়ামক

11.6 সারাংশ ঃ

T-লিম্ফোসাইটের উপরিস্থ কিছু গ্লাইকোপ্রোটিন যৌগ আছে যা অ্যান্টিজেন চিহ্নিত করণে সাহায্য করে। ঐ সব গ্লাইকোপ্রোটিন যৌগগুলিকে T-কোষ গ্রাহক (T-cell receptor) বলা হয়। যে সব তৈরী অ্যান্টিজেন নিজস্ব MHC অনুর সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে অ্যান্টিজেন প্রেজেন্টিং কেষে সংলগ্ন থাকে, সেইসব অ্যান্টিজেনের সঙ্গে 'T' কোষ গ্রাহক যুক্ত হয়। লাইটোকাইন একপ্রকার নিম্ন আনবিক গুরুত্বের নিয়ন্ত্রক গ্লাইকোপ্রোটিন যা নানারকম উদ্দীপকের প্রভাবে শ্বেত রক্ত কণিকা থেকে নিঃসৃত হয়। সাইটোকাইনের ক্রিয়া দীর্ঘস্থায়ী এবং অন্যান্য কোষের বৃদ্ধি, সক্রিয়তা এবং পৃথকীকরণে উদ্দীপক করে। যেমন— IL-12, ম্যাক্রোফাজ এবং B-কোষ থেকে নিঃসৃত হয়ে T-সাইটোটক্সিক (T-cytotoxic) কোষকে সক্রিয় করে সাইটোটক্সিক T-লিম্ফোসাইটের বিভেদীকরণ এবং বিবর্ধনে সাহায্য করে।

11.7 প্রশ্নাবলী ঃ

১। সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন—

a) T কোষ গ্রাহক কাকে বলে? T কোষ গ্রাহকের প্রধান কাজ কি?

b) T কোষ গ্রাহকের গঠনটির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিন।

c) T কোষ পর্দার ওপর সহ অনুগুলি কি কি? সহ অণুগুলির কাজ কি?

d) অনাক্রম্যতায় TH কোষের কাজ কি?

e) সাইটোকাইন কাকে বলে? উদাহরণ দিন।

f) সাইটোকাইনের বৈশিষ্ট্য কি?

g) নিম্নলিখিত সাইটোকাইনগুলির কাজ এবং নিঃসৃতকারী কোষগুলির উল্লেখ করুন।

(i) IL-1, (ii) IL-2, (iii) IL-4, (iv) IL-10, (v) IL-12, (vi) IL-16, (vii) IFN-α, (viii) TNF-β, (ix) IFN-γ.

২। শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ—

a) T কোষ গ্রাহক একটি ডাইসালফাইড সংযুক্ত _____ যার দ্বারা বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিজেনকে T কোষ চিনতে পারে।

b) ab এবং sg 'T' কোষ গ্রাহক উভয়েই এক প্রকার _____ প্রোটিন।

c) যে T-কোষ CD4 অণুকে প্রকাশ করে, সেটি _____ কোষ এবং যেগুলি CD8 অণুকে প্রকাশ করে সেগুলি হল _____ কোষ।

d) CD4 একটি _____ মোনোমারিক পর্দাসংলগ্ন গ্লাইকোপ্রোটিন।

e) CD8 একটি ছোট _____ গ্লাইকোপ্রোটিন।

f) অ্যান্টিজেনিক পেপটাইডের যে নির্দিষ্ট অংশদ্বারা 'T' কোষ গ্রাহকের (T cell receptor) সঙ্গে যুক্ত হয় তাকে _____ বলে এবং যে অংশ দ্বারা MHC অণুর সঙ্গে যুক্ত হয় তাকে _____ বলে।

g) যে কোষ সাইটোকাইন নিঃসৃত করে, সেই কোষের গ্রাহকের সঙ্গে সাইটোকাইনের যুক্ত হওয়াকে _____ ক্রিয়া বলা হয়।

h) অনেক সাইটোকাইন লিউকোসাইট থেকে নিঃসৃত হয়ে লিউকোসাইটের ওপর কাজ করে তাদের _____ বলে।

একক 12 ❑ অ্যান্টিজেন-অ্যান্টিবডি বিক্রিয়া [Antigen-Antibody Reaction]

গঠন

12.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

12.2 অ্যান্টিবডি আকর্ষণ বা অ্যান্টিবডি অ্যাফিবিটি

12.3 অ্যান্টিবডি অ্যাভিডিটি

12.4 ক্রস রিয়াক্টিভিটি

12.5 অধক্ষেপন ক্রিয়া

12.6 অ্যাগ্লুটিনেশন বিক্রিয়া

12.7 সারাংশ

12.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

বাইরে থেকে দেহে প্রবিষ্ট অ্যান্টিজেনের সঙ্গে দেহে উৎপন্ন অ্যান্টিবডির বিক্রিয়া একটি অত্যন্ত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ এবং নিয়ন্ত্রিত গুরুত্বপূর্ণ ক্রিয়া। অ্যান্টিজেন-অ্যান্টিবডি ক্রিয়ায় অসমযোজী বন্ধন, যেমন হাইড্রোজেন বন্ধন, হাইড্রোফোরিক, আয়নীয় এবং ক্যানডার-ওয়ালস্ বন্ধন মুখ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। অ্যান্টিজেনের সঙ্গে অ্যান্টিবডির বন্ধন কতটা দৃঢ় হবে তা উপরিউত দুর্বল অসমযোজী বন্ধনের সংখ্যার ওপর নির্ভর করে। অ্যান্টিজেন (Ag) এবং অ্যান্টিবডির (Ab) মধ্যে দূরত্ব যত কত কম (1A) হবে Ab-Ag সংযোজনের ক্রিয়া তত দৃঢ় হবে। অ্যান্টিবডির Fab অংশ যা প্যারাটোপ (Paratope) নামে পরিচিত তার দ্বারা অভিন্ন অথবা প্রায় অভিন্ন অ্যান্টিজেনের এপিটোপের সঙ্গে অসমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে যৌগ গঠিত হয়।

এই অংশে অ্যান্টিজেনের সঙ্গে অ্যান্টিবডির ক্রিয়া-বিক্রিয়া গুলি আলোচনা করা হয়েছে, যাতে দেহে অ্যান্টিবডি সম্পর্কে উপলব্ধি হয়।

12.2 অ্যান্টিবডি আকর্ষণ বা অ্যান্টিবডি অ্যাফিনিটি (Antibody affinity)

একটি অ্যান্টিবডির একটিমাত্র অ্যান্টিজেনের সযোজনার জন্য দায়ী অসমযোজী বন্ধনের মোট শক্তিকে ঐ অ্যান্টিবডির অ্যান্টিজেনের জন্য অ্যাফিনিটি বলা হয়। কম আকর্ষণকারী অ্যান্টিবডি অ্যান্টিজেনের সঙ্গে দুর্বলভাবে সংযুক্ত হয় এবং খুব সহজে একে অপরের থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যেতে পারে। তেমনি বেশী আকর্ষণকারী অ্যান্টিবডি অ্যান্টিজেনের সঙ্গে খুব দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত থাকে এবং এই সংযোজন দীর্ঘস্থায়ী হয়।

অ্যান্টিবডির সঙ্গে অ্যান্টিজেনের সংযুক্তিকরণ একটি সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়-

$$Ag + Ab \underset{K_{-1}}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} Ab - Ag$$

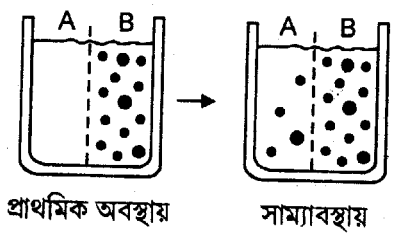
K1 হল সম্মুখ বিক্রিয়ার ধ্রুবক। K–1 হল বিপরীত বিক্রিয়ার ধ্রুবক। K1 / K–1 হল অপর একটি সযোজক ধ্রুবক (association constant) যা আকর্ষণ ক্ষমতার পরিমাপক।

অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডি যৌগের ঘনত্বের সঙ্গে মুক্ত অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডির ঘনত্বের তুলনা করে K-এর মান নির্ণয় করা যায়।

$$K = \frac{K_1}{K_{-1}} = \frac{[Ag - Ag]}{[Ab]\,[Ag]}$$

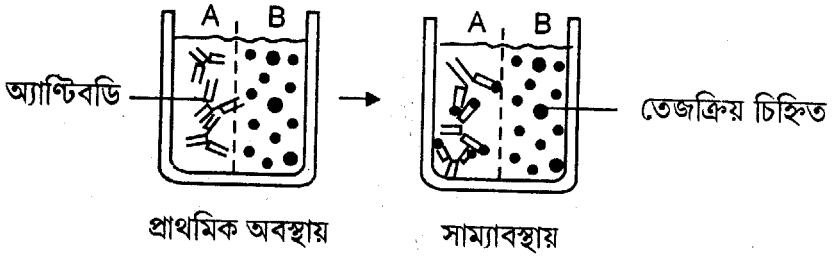
K1 কে প্রকাশ করা হয় লিটার / সেকেন্ড হিসেবে এবং K1-কে 1/সেকেন্ডে প্রকাশ করা হয়। সংযোজক ধ্রুবক K-কে ইকুইলিব্রিয়াম ডায়ালিসিল করে পরিমাপ করা হয়।

1. নিয়ন্ত্রিত পরীক্ষা (Control) ঃ অ্যান্টিবডি অনুপস্থিত



A এবং B প্রকোষ্ঠে একটি অর্ধভেদ্য পর্দা দ্বারা পৃথকীকৃত।

2. পরীক্ষা (Experimental) ঃ A-এর দিকে অ্যান্টিবডি আছে



চিত্র 12.1 : ইকিউলিব্রিয়াম ডায়ালিসিস দ্বারা অ্যান্টিবডি অ্যাফিনিটির নির্ধারণ

12.3 অ্যান্টিবডি অ্যাফিডিটি (Antibody avidity)

একটি স্থানের জন্য অ্যান্টিবডি আকর্ষণ (affinity) সবসময় অ্যান্টিজেন-অ্যান্টিবডি ক্রিয়ার প্রকৃত শক্তিকে বোঝায় না। যখন একটি জটিল অ্যান্টিজেন, যার বহুসংখ্যক অ্যান্টিজেনকে ডিটারমিন্যান্ট আছে, সেই অ্যান্টিজেনকে বহুবন্ধনকারী অ্যান্টিবডির সঙ্গে মিশ্রিত করলে একটি বন্ধনকারী স্থানে অ্যান্টিজেনের সংযুক্ত হওয়া

অপর একটি স্থানে সংযুক্ত হওয়াকে ত্বরান্বিত করে। এইরূপে বহুযোজী অ্যান্টিবডির সঙ্গে অ্যান্টিজেনের ক্রিয়াকে **অ্যাভিডিটি** বলে। IgM এর বহুযোজীতার জন্য এর অ্যাভিডিটি অনেক বেশি।

12.4 ক্রস-রিঅ্যাক্টিভিটি (Cross-Reactivity)

যদিও Ag-Ab ক্রিয়া অত্যন্ত স্বতন্ত্র, কখনও কখনও একটি অ্যান্টিজেন দ্বারা সক্রিয় অ্যান্টিবডি অপর একটি সম্পূর্ণ ভিন্ন অ্যান্টজেনের সঙ্গে ক্রস-রিঅ্যাক্ট বা আন্তঃবিক্রিয়া হয়। যদি দুটি ভিন্ন অ্যান্টিজেনে একই প্রকার এপিটোপ থাকে এবং তাদের রাসায়নিক ধর্ম যদি একই হয় তবে ক্রস-রিঅ্যাক্টিভিটি দেখা যায়। পলিস্যাকারাইড জাতীয় অ্যান্টিজেনের ক্ষেত্রে ক্রস-রিঅ্যাক্টিভিটি বেশী দেখা যায়। যেমন- ABO রক্তগ্রুপ (ABO-blood group) অ্যান্টিজেনের ক্ষেত্রে লোহিত রক্ত কনিকার বহিপর্দায় গ্লাইকোপ্রোটিন অনু থাকে। এই গ্লাইকোপ্রোটিনস্থিত প্রানীতয় শর্করা অনুর বিভিন্নতার জন্য A এবং B ব্লাড গ্রুপের অ্যান্টিজেনের মধ্যে পার্থক্য হয়। কোন ব্যক্তির উপরিউক্ত একটি অথবা দুটি অ্যান্টিজেন না থাকলে তাদের দেহের সিরামে ওই নিরুদ্দিষ্ট অ্যান্টিজেনের জন্য অ্যান্টিবডি তৈরি হয়। 'O' গ্রুপের ব্যক্তিদের Anti-A এবং Anti-B উভয় অ্যান্টিবডি আছে। ব্লাড গ্রুপের অ্যান্টিবডিগুলি অ্যান্টিজেনের ক্রস রিঅ্যাক্টিভিটির জন্য উৎপন্ন হয়েছে।

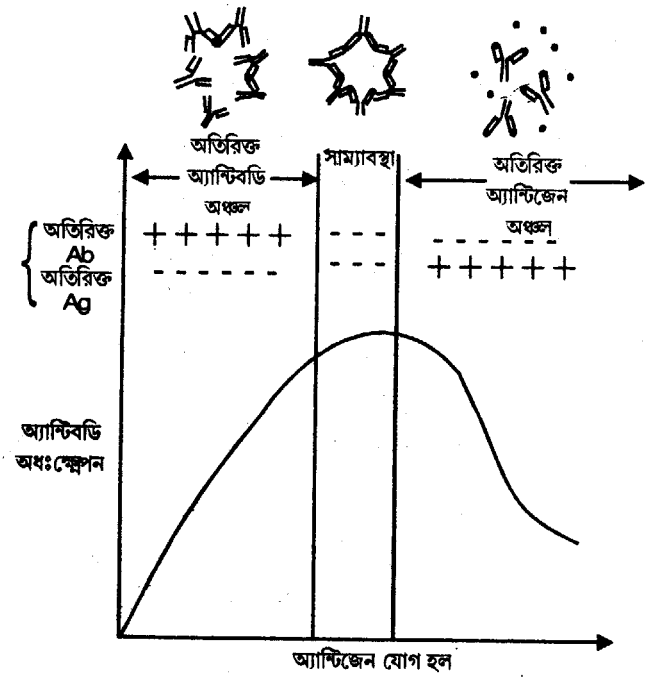
12.5 অধঃক্ষেপন ক্রিয়া (Precipitation Reaction) ঃ

জলীয় দ্রবণে একটি অ্যান্টিবডি এবং দ্রবণীয় অ্যান্টিজেনের ক্রিয়ায় একটি অধঃক্ষেপ সুস্পষ্টভাবে দেখা যায়। এই অধঃক্ষেপকে প্রেসিপিটিন (Precipitin) বলা হয়। যদিও Ag-Ab যৌগ কয়েক মিনিটের মধ্যে তৈরি হয়ে যায়, কিন্তু সুস্পষ্ট অধঃক্ষেপ তৈরী হতে এক থেকে দুদিন সময় লাগে।

ঐরূপে অদ্রবীভূত Ag - Ab ল্যাটিস যৌগ গঠন অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেন উভয়ের যোজ্যতার পের নির্ভর করে ঃ—

- অ্যান্টিবডি অবশ্যই দ্বিযোজী হবে; একযোজী Fab দ্বারা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় না।
- অ্যান্টিজেনকে অবশ্যই দ্বিযোজী বা বহুযোজী হতে হবে।

অধঃক্ষেপন ক্রিয়ায় অধঃক্ষেপনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। কতকগুলি টেস্ট টিউবে নির্দিষ্ট পরিমাণ অ্যান্টিবডি নিয়ে তাতে বর্ধিত হারে অ্যান্টিজেন দেওয়া হয়। অধঃক্ষেপ তৈরি হওয়ার পর প্রতিটি টিউবকে সেন্ট্রেফিউজ করা হয় এবং অধঃক্ষেপের বড়ি বা পেলেট (pellet) ফেলা হয়। প্রতিক্ষেত্রে বর্ধিত অ্যান্টিজেনের ঘনত্বের সঙ্গে অধঃক্ষেপের সম্পর্কের একটি লেখাচিত্র প্রেসিলিপিটন কার্ভ (precipitin curve) অঙ্কন করা যায়। ইমিউনোডিফিউসান ক্রিয়া, ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরোসিস প্রভৃতির ভিত্তি হল ঐ অধঃক্ষেপন ক্রিয়া।



চিত্র 12.2 : অধঃক্ষেপন-এর লেখচিত্র

অতিরিক্ত অ্যান্টিবডি অঞ্চলে অধঃক্ষেপন ক্রিয়া বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং দ্রবণে অ্যান্টিবডির উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়; সাম্যাবস্থায় অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডির ক্রিয়ায় সর্বাধিক অধঃক্ষেপন হয়। অতিরিক্ত অ্যান্টিজেন অঞ্চলে অধঃক্ষেপন বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং দ্রবণে অ্যান্টিজেনের উপস্থিত নির্ণয় করা যায়।

12.6 অ্যাগ্লুটিনেশান বিক্রিয়া (Agglutination Reaction) ঃ

অ্যান্টিবডির সঙ্গে অ্যান্টিজেন অনুর ক্রিয়ায় সুস্পষ্ট ঘনীভূত দলা বা ক্লাম্প (clump) দেখা গেলে তাকে সংযুক্তকরণ বা অ্যাগ্লুটিনেশান বিক্রিয়া বলা হয়। ঐরূপ ক্রিয়ার জন্য অ্যান্টিবডিকে অ্যাগ্লুটিনিন বলে। অতিরিক্ত অ্যান্টিবডি অ্যাগ্লুটিনেশান ক্রিয়া রোধ করে; এইরূপ রোধকে **প্রোজেন এফেক্ট (Prozone effect)** বলা হয়। IgM একটি উপযুক্ত অ্যাগ্লুটিনিন।

ABO-blood grouping এর জন্য প্রতিনিয়ত অ্যাগ্লুটিনেশান ক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। একটি স্লাইডে রক্ত নিয়ে তাতে A এবং B blood-group অ্যান্টিজেনের বিরুদ্ধে অ্যান্সিরো দেওয়া হয়। যদি লোহিত রক্ত কনিকায় অ্যান্টিজেন থাকে তখন অ্যাগ্লুটিনেশান হয় এব স্লাইডে সুস্পষ্ট দলা বা ঝাড় দেখা যায়। একজনের A-থেকে অপরজনকে রক্তদানের সময় অ্যাগ্লুটিনেশান ক্রিয়ার দ্বারা দাতা এবং গ্রহীতার ব্লাড গ্রুপ নির্ণয় করে নেওয়া হয়।

12.7 সারাংশ

অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডির ক্রিয়ায় অসমযোজী বন্ধন যেমন— হাইড্রোজেন বন্ধন, আয়নীয় বন্ধন, হাইড্রোফোবিক বন্ধন এবং ভ্যানডার্ওয়ালস বন্ধন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করে। অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডির ক্রিয়ায় একটিমাত্র বন্ধনকারী স্থানের শক্তি অ্যাফিনিটি দ্বারা পরিমাপ করা হয়। বহুযোজী অ্যান্টিজেনের সঙ্গে বহুযোজী অ্যান্টিবডির বন্ধনের মোট শক্তি অ্যাভিডিটি দ্বারা নির্ণয় করা হয়। দ্রবণীয় অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডির ক্রিয়ায় অধঃক্ষেপ তৈরী হয়। পার্টিকুলেট (Particulate) অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডির (অর্থাৎ অ্যাগ্লুটিনেশান) ক্রিয়ায় ক্লাম্প বা একপ্রকার দলা বা ঝাড়ের সৃষ্টি হয়।

12.8 প্রশ্নাবলী ঃ

1. **সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ—**

a) অ্যান্টিজেন অ্যাফিনিটি কাকে বলে?

b) অ্যান্টিজেন অ্যাফিনিটি ইকুইলিব্রিয়াম ডায়ালিসিস দ্বারা কিভাবে পরিমাপ করা হয়।

c) অ্যান্টিবডি অ্যাভিডিটি কাকে বলে?

d) ক্রস রিঅ্যাক্টিভিটি কাকে বলে?

e) অধঃক্ষেপন ক্রিয়া কাকে বলে?

f) অধঃক্ষেপন ক্রিয়া লেখচিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে দাও।

g) অ্যাগ্লুটিনেশান ক্রিয়া কাকে বলে? উদাহরণ সহযোগে লিখুন।

2. শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ—

a) অ্যান্টিবডির Fab অংশ যা _____ নামে পরিচিত তার দ্বারা অভিন্ন অথবা প্রায় অভিন্ন অ্যান্টিজেনের এপিটোপের সঙ্গে _____ বন্ধনের মাধ্যমে দৃঢ় যৌগ গঠিত হয়।

b) অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডির যৌগের ঘনত্বের সঙ্গে _____ এবং _____ ঘনত্বের তুলনা করে K-এর মান নির্ণয় করা যায়।

c) IgM _____ র জন্য অ্যাভিডিটি অনেক বেশি।

d) 'O' ব্লাড গ্রুপের ব্যক্তিদের _____ এবং _____ উভয় অ্যান্টিবডি আছে।

e) অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের ক্রিয়ায় অতিরিক্ত অ্যান্টিবডি অ্যাগ্লুটিনেশান ক্রিয়া রোধে করে; এরূপ রোধকে _____ এফেক্ট বলে।

একক 13 ❑ তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতার পরীক্ষা (Radioimmunoassay), উৎসেচক সংযোজিত অনাক্রম্যতার পরীক্ষা (Enzyme linked immunosorbent assay, ELISA) ও ইমিনোইলেক্ট্রোফোরেসিস (Immunoelectrophoresis)

গঠন

13.0 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

13.1 তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষা

13.1.1 নীতি ও প্রক্রিয়া

13.1.2 ব্যবহারিক উপযোগীতা

13.2 উৎসেচক সংযোজিত অনাক্রম্য নিবেশিত পরীক্ষা (ELISA)

13.2.1 পরোক্ষ এলিজা

13.2.2 স্যান্ডউইচ এলিজা

13.2.3 প্রতিযোগিতামূলক এলিজা

13.2.4 প্রয়োগ

13.3 ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

13.3.1 ইমিউনো ইলেক্ট্রোফোরেসিস নীতি

13.3.2 প্রকারভেদ

13.4 প্রশ্নাবলী

13.0 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

বিভিন্ন প্রকার ইমিউনো রসায়ন পদ্ধতি (Immuno-Chemical Technique) দ্বারা অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের নির্ণয় এবং পরিমাপ করা হয়ে থাকে। এই ইমিউনো রসায়ন পদ্ধতি দ্বারা আনবিক স্তরে খুব সূক্ষতার সঙ্গে কোনপ্রকার সংক্রমণের (contaminating molecules) উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়। তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতার পরীক্ষা (Radio Immuno Assay) দ্বারা নমুনায় হরমোন, স্টেরয়েড অথবা ড্রাগের পরিমান নির্ণয় করা হয়। উৎসেচক সংযোজিত অনাক্রম্য নিবেশিত পদ্ধতি (Enzyme linked Immunosorbant Assay) দ্বারা অ্যান্টিবডি অথবা অ্যান্টিজেনের পরিমাপ করা হয়।

ইমিউনোইলেকট্রোফোরেসিস পদ্ধতি (IE) দ্বারা অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডিকে একে অপরের থেকে আনবিক গুরুত্ব অনুসারে পৃথক করা হয়।

এই অধ্যায়টি পাঠ করে-

- বিভিন্ন প্রকার ইমিউনোরসায়ন পদ্ধতির সম্বন্ধে এবং তাদের বাস্তবজীবনে প্রয়োগ সম্বন্ধে অবহিত হবেন।
- বহুসংখ্যক রোগের নির্ণয় এবং তাদের প্রতিকার সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
- সবচেয়ে কম কায়িক পরিশ্রম দ্বারা, একসঙ্গে অধিক পরিমাণ নমুনা সবচেয়ে কম খরচে নির্ণয় করার পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে পারবেন।

13.1 তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষা

রেডিওইমিউনো অ্যাসে (Radioimmuno Assay)

এটি অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডি সনাক্তকরণের একটি সবচেয়ে সংবেদনশীল পদ্ধতি। 1960 সালে দুইজন অন্তক্ষরাগ্রন্থি বিশেষজ্ঞ S.A. Barson এবং Rosaline Yellow এই পদ্ধতিটির আবিষ্কার করেন। এই পদ্ধতি দ্বারা চিকিৎসাবিজ্ঞান ও প্রাণরসায়ন বিদ্যায় বিভিন্ন ড্রাগ, স্টেরয়েড ও হরমোনের আয়তনমাফিক বিশ্লেষণ করা হয়।

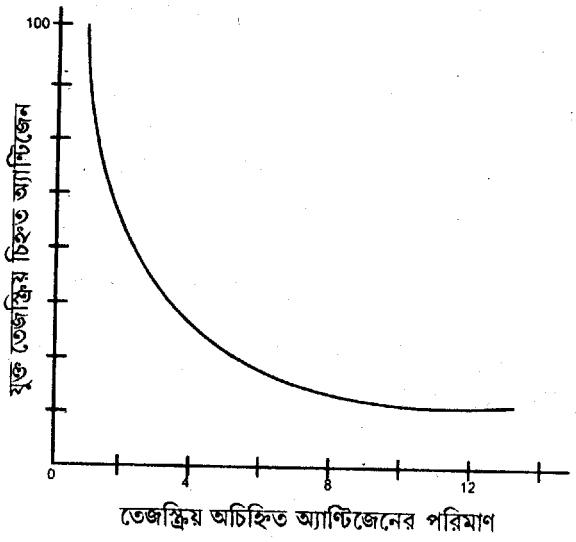
13.1.1. নীতি (Principle) ও প্রক্রিয়া (Method)

এই পদ্ধতিতে অতিরিক্ত আসক্তিযুক্ত অ্যান্টিবডির সঙ্গে রেডিওলেবেল এবং লেবেল না করা অ্যান্টিজেনের প্রতিযোগীতামূল বন্ধনের সৃষ্টি হয়। সাধারণত অ্যান্টিজেন গামা (γ) রশ্মি বিকিরণকারী আইসোটোপ ^{125}I দ্বারা চিহ্নিত করা (labelled) হয়। তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত অ্যান্টিজেনকে একটি নির্দিষ্ট ঘনত্বে অ্যান্টিবডির সঙ্গে মিশ্রিত করা হয় যাতে অ্যান্টিবডির অ্যান্টিজেন বন্ধন করার স্থানগুলি সম্পৃক্ত হয়। এরপরে তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত নয় এমন অজানা ঘনত্বের অ্যান্টিজেন মিশ্রিত করা হয়।

অ্যান্টিবডি, তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত ও তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত নয় এমন অ্যান্টিজেনকে পৃথক করে সনাক্তকরণ করতে পারে না এবং এর ফলে দুপ্রকার অ্যান্টিবডিতে প্রাপ্ত বন্ধনী স্থানে সংযুক্ত হওয়ার জন্য প্রতিযোগিতা করে। যত অধিক ঘনত্বের তেজস্ক্রিয় অচিহ্নিত অ্যান্টিজেন মিশ্রিত করা হয়, অনেক বেশি পরিমাণে তেজস্ক্রিয়

চিহ্নিত অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডির বন্ধনী স্থান থেকে বিতাড়িত হয়। এইভাবে দ্রবণে মুক্ত তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত অ্যান্টিজেনের পরিমান নির্ণয় করে আমরা তেজস্ক্রিয় অচিহ্নিত অ্যান্টিজেনের ঘনত্ব নির্ণয় করতে একটি ক্যালব্রেশান বা পরিমাণ লেখচিত্র অঙ্কন করতে পারি।

রেডিওইমিনো অ্যাসে পরীক্ষায় যুক্ত অ্যান্টিজেনকে মুক্ত অ্যান্টিজেন থেকে পৃথক করার বিভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। যেমন, অ্যান্টিবডি অ্যান্টিজেন যৌগকে অধঃক্ষিপ্ত করার জন্য গৌন বিপরীত সমগোত্রীয় অ্যান্টিসেরাম নেওয়া হয় (Secondary anti-isotype antiserum)। γ কাউন্টার দিয়ে γ রশ্মি বিকিরণকারী তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ^{125}I নির্ণয় করা হয়।



চিত্র 13.1 : তেজস্ক্রিয় অচিহ্নিত অ্যান্টিজেনের পরিমাণ

13.1.2 ব্যবহারিক উপযোগীতা ঃ

i) রোগীকে রক্ত দেওয়ার (Blood transfusion) সময় দাতার রক্ত সংক্রামক কিনা তা পরীক্ষা করে নেওয়া হয় রেডিওইমিউনো আসে পরীক্ষা দ্বারা।

ii) তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ সংযুক্ত করে কোন নমুনায় হরমোনের পরিমাণ নির্ণয় করতে পারা যায়।

সুবিধে (Merits) :

i) কোন যৌগে অনাক্রম্য বস্তুর উপস্থিতি; যা তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ সংযুক্ত হতে পারে, নির্ণয় করা যায়।

ii) এই পদ্ধতিটি অত্যাধিক সংবেদনশীল এবং 'pgem^3 মাত্রার যৌগকে নির্ণয় করা যায়।

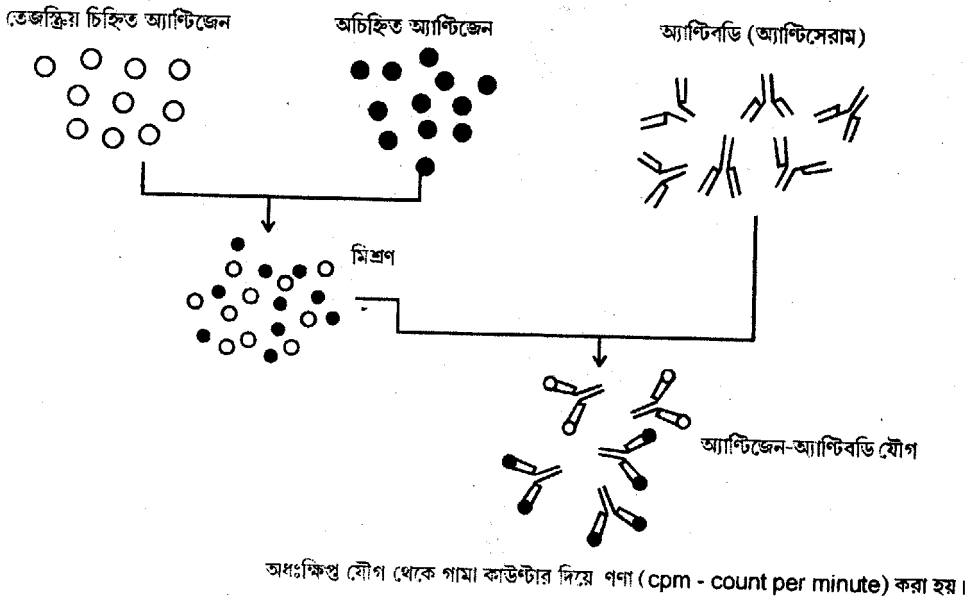
iii) এটি একটি স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি। সবচেয়ে কম কায়িক পরিশ্রমের প্রয়োজন এবং একসঙ্গে অধিক পরিমাণ নমুনা সবচেয়ে কম খরচে নির্ণয় করা যায়।

অসুবিধে (Demerits) :

i) তেজস্ক্রিয় আয়োডিন খুব দামী, এমনকি গামা সিনটিলেশান কাউন্টার ক্রয় করাও ব্যয়সাধ্য।

ii) ^{125}I এবং ^{131}I এর অর্ধায়ু যথাক্রমে 60 দিন এবং 8 দিন তাই খুব দ্রুত অ্যান্টিসেরামকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ সংযুক্তকরণ করতে হয়।

iii) তেজস্ক্রিয় আয়োডিন থেকে তেজস্ক্রিয়তাজনিত বিপদের সম্ভাবনা থাকে।



চিত্র 13.2 : রেডিওইমিউনো পরীক্ষার পদ্ধতি

13.2 উৎসেচক সংযোজিত অনাক্রম্য নিবেশিত পরীক্ষা ঃ (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA)

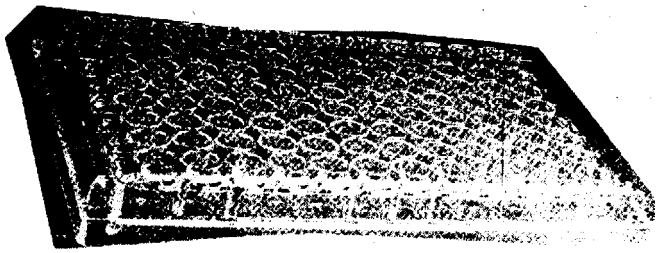
এলিজা (ELISA) পরীক্ষাটি রেডিওইমিওনো পরীক্ষার নীতিকে অনুসরণ করে সম্পন্ন করা হয়। তবে এলিজা পরীক্ষায় তেজস্ক্রিয় চিহ্নিত উপাদানের পরিবর্তে উৎসেচক ব্যবহার করা হয়। উৎসেচক যুক্ত অ্যান্টিবডি বর্ণহীন বিকারকের (substrate) সঙ্গে বিক্রিয়া করে রঙিন বিক্রিয়াজাত উপাদান তৈরী করে। কিছু উৎসেচক এলিজা পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয়। যেমন অ্যালকালাইন ফসফাটেজ, হর্সরেডিস পেরোক্সিডেজ এবং p-নাইট্রোফিনাইল ফস্‌ফাটেজ।

যখন এইসব উৎসেচক নির্দিষ্ট বিকারকের সঙ্গে মিশ্রিত হয় তখন রঙীন বিক্রিয়াজাত উপাদান তৈরী হয়। এলিজা পরীক্ষাটি রেডিওইমিউনো পরীক্ষা থেকে নিরাপদ এবং স্বল্পমূল্যে পরীক্ষাটি করা যায়।

অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডির পরিমাপন এবং নির্ধারণের ওপর নির্ভর করে এলিজা পরীক্ষাটির প্রকারভেদ করা হয়েছে। প্রতিটি এলিজা পরীক্ষা অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেনের উপস্থিতিকে বিশ্লেষণ করে। (চিত্র 13.4)

13.2.1 পরোক্ষ এলিজা (Indirect ELISA) :

পরোক্ষ এলিজা কোন উপাদানে অ্যান্টিবডির উপস্থিতি নির্ধারণ করে। অ্যান্টিজেন মিশ্রিত মাইক্রোটাইটার কূপে (microtiter well) অ্যান্টিবডি যুক্ত করলে ঐ অ্যান্টিজেনের সঙ্গে অ্যান্টিবডি বিক্রিয়া করে। বিক্রিয়ার পরে বাকি মুক্ত অ্যান্টিবডিকে ধুয়ে ফেলা হয়। মাইক্রোটাইটার প্লেটে (চিত্র 13.3) অ্যান্টিবডি যুক্ত অ্যান্টিজেনকে উৎসেচক সংযুক্ত দ্বিতীয় বিপরীত সমগোত্রীয় অ্যান্টিবডি (Enzyme Conjugated Secondary Anti-isotype Antibody, Ab_2) দ্বারা নির্ধারণ করা হয়। বিক্রিয়া করার পরে বাকী মুক্ত Ab_2 ধুয়ে ফেলা হয় এবং উৎসেচকের জন্য বিকারক (substrate) যুক্ত করা হয়। মাইক্রোটাইটার প্লেটে উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত রঙীন পদার্থটির বিশেষ Spectrophotometric plate reader দ্বারা পরিমাপ করা হয়। সাধারণতঃ HIV সংক্রমিত শরীরে উৎপন্ন অ্যান্টিবডি পরোক্ষ এলিজা দ্বারা সংক্রমণের ছয় সপ্তাহের মধ্যে নির্ধারণ করা যায়।



চিত্র 13.3 : মাইক্রোটাইটার প্লেটের চিত্র

13.2.2 স্যান্ডউইচ এলিজা (Sandwich ELISA) :

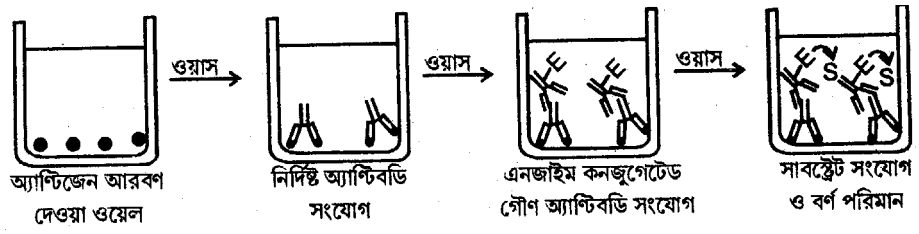
স্যান্ডউইচ এলিজা দ্বারা উপাদানের অ্যান্টিজেনের উপস্থিতি নির্ধারণ ও পরিমাপন করা হয়। এই পদ্ধতিতে প্রথমে অ্যান্টিবডিকে মাইক্রোটাইটার কূপে মিশ্রিত করা হয়। এই যুক্ত অ্যান্টিবডির সঙ্গে বিক্রিয় করার জন্য অ্যান্টিজেন মিশ্রিত উপাদান যোগ করা হয়। অধিক অ্যান্টিবডি ধুয়ে ফেলার পর ঐ অ্যান্টিজেনের সঙ্গে নির্দিষ্ট একটি দ্বিতীয় উৎসেচক সংযুক্ত অ্যান্টিবডি যোগ করা হয় এবং মাইক্রোটাইটার প্লেটে যুক্ত অ্যান্টিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করতে দেওয়া হয়। অতিরিক্ত মুক্ত দ্বিতীয় অ্যান্টিবডি ধুয়ে ফেলার পর বিকারক যোগ করা হয় এবং রঙীন বিক্রিয়াজাত পদার্থটির পরিমাপন করা হয়। (চিত্র 13.4)

13.2.3 প্রতিযোগিতামূলক এলিজা (Competitive ELISA)

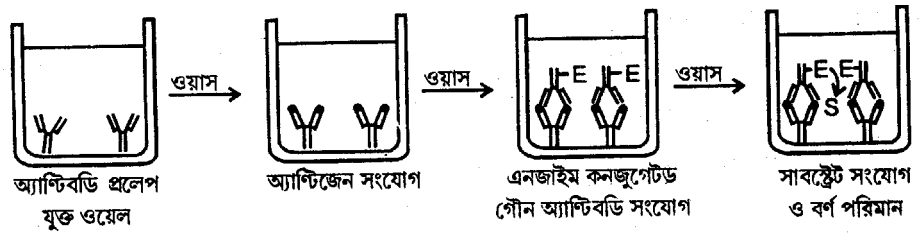
এই পদ্ধতি দ্বারা অ্যান্টিজেনের পরিমাপন করা হয়। প্রথমে অ্যান্টিবডি অ্যান্টিজেন মিশ্রিত উপাদানের সঙ্গে মিশ্রিত করা হয়। এই অ্যান্টিজেন-অ্যান্টিবডির মিশ্রণকে অ্যান্টিজনে আবৃত মাইক্রোটাইটার কূপে যুক্ত করা হয়। যত বেশি অ্যান্টিজেন উপাদানে থাকবে তত কম মুক্ত অ্যান্টিবডি পাওয়া যাবে, অ্যান্টিজেন আবৃত কূপের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার জন্য। কূপে যুক্ত প্রাথমিক অ্যান্টিবডি (primary antibody) -র পরিমাপন করার

জন্য প্রাথমিক অ্যান্টিবডির সমগোত্রীয় নির্দিষ্ট উৎসেচক সংযুক্ত গৌন অ্যান্টিবডি (Enzyme Conjugated Secondary Antibody) যোগ করা হয়।

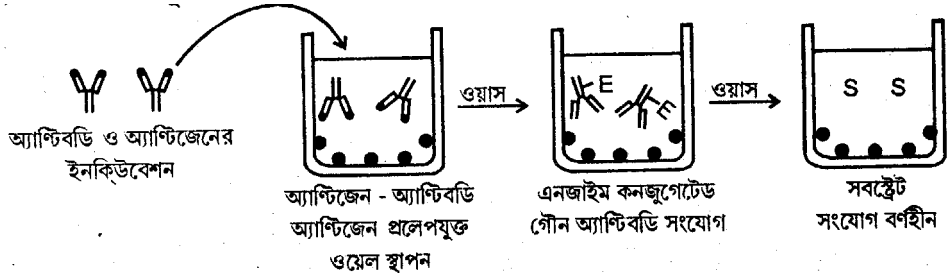
a) পরোক্ষ এলিজা (Indirect ELISA)



b) স্যান্ডউইচ ELISA



c) প্রতিযোগিতামূলক ELISA



চিত্র 13.4 : বিভিন্ন প্রকার ILISA প্রক্রিয়াতে অ্যান্টিবডি অথবা অ্যান্টিজেন চেনা, জানা অ্যান্টিবডি বা অ্যান্টিজেন দিয়ে স্টাণ্ডার্ড কার্ভ তৈরি করে তার সঙ্গে মিলিয়ে অ্যান্টিজেন বা অ্যান্টিবডির পরিমান জানা যায়। অ্যান্টিবডি জানা যায় পরোক্ষ ELISA (a) ; অ্যান্টিজেন জানা যায়, স্যান্ডউইচ ELISA-তে (b) অথবা প্রতিযোগিতামূলক ELISAতে; প্রতিযোগিতামূলক ELISAতে; অ্যান্টিজেনের পরিমান বর্ণ উৎপাদনের ব্যাস্তানুপাতিক

13.2.4. প্রয়োগ ঃ

1) কোন প্যাথোলজি ল্যাবোরেটরিতে মানুষের শরীরের বিভিন্ন উপাদানে IgG, IgE ভ্রূণীয় প্রোটিন অনাক্রম্য যৌগ এবং বিভিন্ন প্রকার হরমোন, ইনস্যুলিন, ইস্ট্রোজেন অথবা হিউম্যান কোরিওনিক গোনাডোট্রফিনের উপস্থিতি নির্ণয় করা হয় ELISA পরীক্ষা দ্বারা।

2) বিভিন্ন রোগের সংক্রমনে যেমন- হেপাটাইটিস B, হার্পিস, Candida albicans-এর আক্রমনে দেহে ডৎপন্ন অ্যান্টিবডির পরিমান নির্ণয়ে ELISA পরীক্ষা করা হয়।

13.3 ইমিউনোইলেকট্রোফোরেসিস (Immunoelectrophoresis; IE)

13.3.1. নীতি ঃ— ইমিউনোইলেকট্রোফোরেসিস পদ্ধতিতে অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডিকে এদের মিশ্রণ থেকে পৃথক করা হয় বৈদ্যুতিক এবং ছিদ্র প্রতিচালন প্রক্রিয়ায় (Electrophoresis)।

প্রথমে অ্যান্টিজেন মিশ্রণকে ইলেকট্রোফোরেস করা হয় এবং নির্দিষ্ট ইলেকট্রিক চার্জের ভিত্তিতে পৃথক করা হয়। অ্যাগার জেল প্লেট (Agar Gel plate) বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের দিকে এবং তার সমান্তরালে সরু নালী (canal) কাটা হয় এবং এই নালীতে বিপরীত সেরাম বা অ্যান্টিসেরাম (antiserum) ভর্তি করা হয়। এরপর এই জেল প্লেটকে একটি আর্দ্র প্রকোষ্ঠে কিছুক্ষণ ইনকিউবেশনে রাখা হয়। ঠিক এই সময় অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিসেরাম মধ্যস্থিত অ্যান্টিবডি পরস্পরের দিকে প্রবাহিত হয়। এর ফলে বিপরীত সেরামের সঙ্গে বিক্রিয়া করে একটি অধঃক্ষিপ্ত (precipiting band) ব্যান্ড রেখা তৈরি হয়। এইভাবে অ্যান্টিজেন মিশ্রনে প্রতিটি অ্যান্টিজেনকে সনাক্ত করা যায়। এই পরীক্ষাটি অনুবীক্ষণ স্লাইডে একটি নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক প্রবাহে 8mA-এ 1-2 ঘন্টা চালানো হয়। অধঃক্ষিপ্ত রেখাটিকে স্পষ্ট করে দেখার জন্য প্রোটিন রঞ্জক Comassie Brilliant Blue ব্যবহার করা হয়।

এই পদ্ধতিতে বিভিন্ন প্যাথোলজি ল্যাবরেটরিতে কোন রোগীর দেহে কোন নির্দিষ্ট অ্যান্টিজেন আছে কিনা তা নির্ধারণ করা হয়।

13.3.2. প্রকারভেদ ঃ-

ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস তিনরকম হয়—

i) ক্রসওভার ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

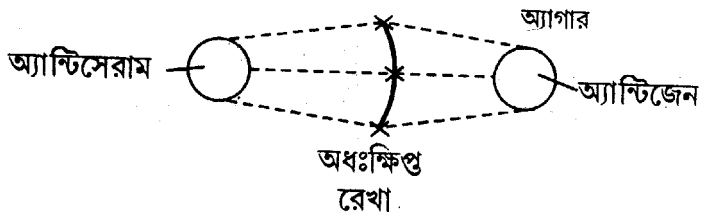
ii) রকেট ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

iii) দ্বিমাত্রিক (Two-dimensional) ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

13.3.2.1. ক্রসওভার ইমিউনোইলোক্ট্রোফোরেসিস (Crossover Immunoelectrophoresis)

এইপ্রকার ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরোসিস পদ্ধতিতে IgG অ্যান্টিবডি এবং অ্যান্টিজেন পরস্পরের বিরুদ্ধে পরিবাহিত হয়ে অধঃক্ষিপ্ত রেখা (precipiting band) তৈরী করে। এই পদ্ধতিতে সময় লাগে 15-20 মিনিট। এই পদ্ধতিটি অত্যাধিক সংবেদনশীল এবং সমস্ত অণুগুলি একে অপরের দিকে পরিবাহিত হয়।

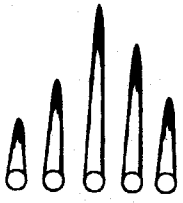
গোয়েন্দা বিভাগে এইপ্রকার ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস পদ্ধতি নিয়মিত ব্যবহার করা হয়।



চিত্র 13.5 : ক্রসওভার ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

13.3.2.2. রকেট ইমিউনোইলোক্ট্রোফোরেসিস (Rocket Immunoelectrophoresis)

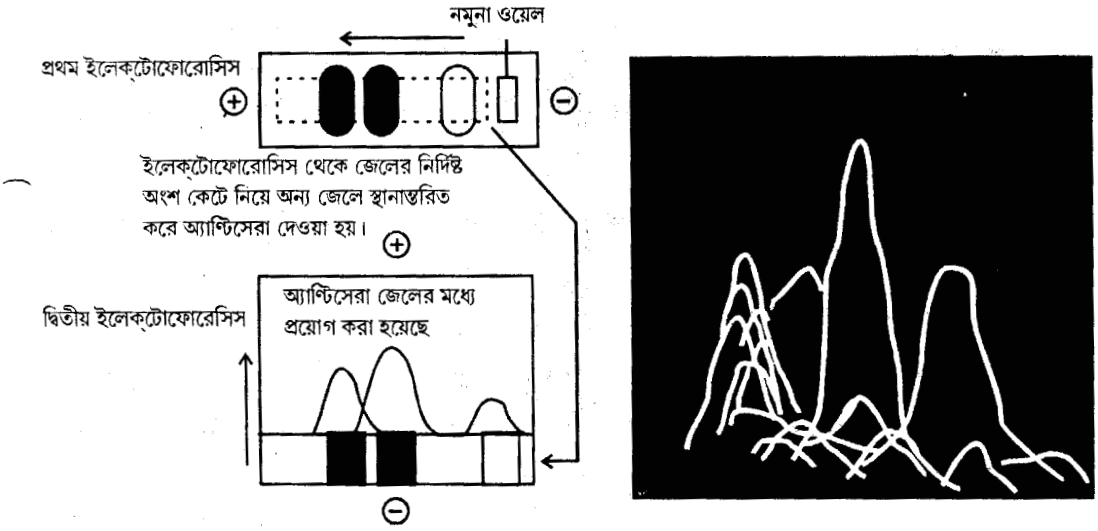
এই পদ্ধতিতে অ্যাগার (Agar) প্লেটে একটি কূপ (well) কাটা হয়, যার মধ্যে অ্যান্টিসেরাম এবং অ্যান্টিজেন উভয়কেই দেওয়া হয়। এরপর যখন তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হয় তখন অ্যান্টিজেন অ্যানোডের (anode) দিকে এবং অ্যান্টিবডি ক্যাথোডের (Cathode) দিকে পরিবাহিত হয়। এর ফলে অ্যাগার প্লেটে রকেটাকৃতির অ্যান্টিজেন অ্যান্টিবডি যৌগের অধক্ষেপঃ তৈরী হয়। এই রকেটের আকৃতি অ্যান্টিজেনের ঘনত্বের সঙ্গে সমানুপাতিক।



চিত্র 13.6 : রকেট - ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস

13.3.2.3. দ্বি-মাত্রিক ইমিউনোলোক্ট্রোফোরেসিস (Two-dimensional Immunoelectrophoresis)

এই পদ্ধতিতে অ্যান্টিজেনকে প্রথমে অ্যাগার প্লেটে ইলেক্ট্রোফোরেসিস করে পৃথক করে নেওয়া হয়। এরপর অ্যাগার প্লেটের থেকে উপযুক্ত খণ্ডটি কেটে নিয়ে চৌকো গ্লাস প্লেটে নেওয়া হয় এবং উপযুক্ত অ্যান্টিসেরামযুক্ত অ্যাগার ঐ গ্লাস প্লেটে জমানো হয়। এরপর রকেট ইলেক্ট্রোফোরেসিস করলে, অধঃক্ষিপ্ত চাপ বা রেখা (precipitin arc) দেখা যায়। আর্কের (arc) ক্ষেত্রফলের ওপর অ্যান্টিজেনের উপস্থিতি ও পরিমান নির্ণয় করা হয়।



চিত্র 13.7 : দ্বি-মাত্রিক ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস ও ডাইনে বিভিন্ন প্রেসিপিটিন কার্ভের ছবি।

এই প্রক্রিয়ায় জটিল অ্যান্টিজেন মিশ্রণের মধ্য থেকে অনেক অ্যান্টিজেনকে আলাদা করা যায়। প্রথমে অ্যান্টিজেন নমুনাকে ইলেকট্রোফোরেসিস করে নিয়ে তার উপর অ্যান্টিসেরাম দিয়ে সমকোণে আবার ইলেকট্রোফোরেসিস করা হয় (চিত্র 13.7)। দ্বিতীয় ইলেকট্রোফোরেসিসে প্রেসিপিটিন চূড়ার দৈর্ঘ্য অ্যান্টিজেন ঘনত্বের (চিত্র 13.7 ডাইনে) সমানুপাতিক।

13.4 প্রশ্নাবলী ঃ

1. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ—

ক) তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষা বলতে কি বোঝেন?

খ) তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষার নীতিটি বর্ণনা করুন?

গ) তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষার সুবিধে এবং অসুবিধেগুলি বর্ণনা করুন।

ঘ) এলিজা পরীক্ষাটি কয় প্রকার ও কী কী?

ঙ) স্যান্ডউইচ এলিজা পরীক্ষাটির পদ্ধতি ও প্রয়োগ বর্ণনা করুন।

চ) প্রতিযোগিতামূলক এলিজা পদ্ধতিটির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন।

ছ) ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস পদ্ধতিটির নীতি এবং পদ্ধতিটির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন।

জ) ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিস কয় প্রকার এবং কি কি?

ঝ) ক্রসওভার এবং রকেট ইমিউনোইলেক্ট্রোফোরেসিসের সংক্ষিপ্ত বিবরণ চিত্রসহ বর্ণনা করুন।

2. শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ—

ক) 1960 সালে দুইজন অন্তঃক্ষরাগ্রন্থি বিশেষজ্ঞ _____ এবং _____ তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পদ্ধতিটি আবিষ্কার করেন।

খ) তেজস্ক্রিয় অনাক্রম্যতা পরীক্ষায় অতিরিক্ত আসক্তিযুক্ত _____ সঙ্গে রেডিওলেবেল এবং লেবেল না করা _____ প্রতিযোগীতামূলক বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

গ) অ্যান্টিবডি অ্যান্টিজেন যৌগকে অধঃক্ষিপ্ত করার জন্য _____ নেওয়া হয়।

ঘ) _____ এবং _____ এর অর্ধায়ু যথাক্রমে _____ দিন এবং _____ দিন।

ঙ) ইলেকট্রোফোরোসিস পদ্ধতি দ্বারা অ্যান্টিজেন এবং অ্যান্টিবডিকে একে অপরের থেকে _____ অনুসারে পৃথক করা হয়।

একক 14 ❑ টিস্যু কালচার এবং মনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি [Tissue Culture & Monoclonal Antibody]

গঠন

14.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

14.2 টিস্যু কালচারে প্রয়োজনীয় কিছু উপাদান

14.3 টিস্যু কালচারে প্রয়োজনীয় মাধ্যম

14.4 টিস্যু কালচার পদ্ধতি

14.5 মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি

14.5.1 হাইব্রিডোমা পদ্ধতি

14.5.2 হাইব্রিড কোষের নির্বাচন

14.5.3 ডি-নোভো ও সলভেজ পথ

14.5.4 মনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরি

14.5.5 প্রয়োগ

14.6 সারাংশ

14.7 প্রশ্নাবলী

14.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য ঃ

এই শতকের প্রথমদিকে (Jolly, 1903) পরীক্ষাগারে (*in vitro)* প্রাণী কোষ এবং কলাচাষের (cell and tissue culture) সূচনা হয়েছিল। Rosa Harrison (1907) পরীক্ষাগারে ব্যাঙের কলা নিয়ে তার চাষ অর্থাৎ তার পরিবর্ধন করার একটি উপযুক্ত পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। তিন সাফল্যের সঙ্গে দেখিয়েছিলেন যে, **পরীক্ষাগারে প্রাণী** কোষ এবং কলা আদ্যপ্রাণীর অনুরূপ অনিয়ন্ত্রিতভাবে বিভাজিত হয়ে পরিবর্ধিত হতে পারে।

বর্তমানে জীববিদ্যা এবং প্রাণিবিজ্ঞানের বিভিন্নপ্রকার গবেষণা বৃহৎভাবে এই কলাচাষের (tissue culture) ওপর নির্ভরশীল। এই কলাচায বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে এক বিশেষ প্রয়োগিক বিষয়।

i) অ্যান্টিভাইরাস ভ্যাক্সিন তৈরিতে যেখানে কোষের বহুবিভাজন এবং ভাইরাসের উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়।

ii) ক্যান্সার গবেষণায়, যেখানে অনিয়ন্ত্রিত কোষ বিভাজনের পরীক্ষা করা যায়।

iii) কোষ সংযোজন

iv) মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরিতে

v) জীনগত রোগের নির্ণয়ে

vi) ভ্রূণের ক্রোমোজোমের গঠন নির্ণয়ে

vii) বিভিন্ন প্রকার ঔষুধ প্রস্তুতিতে এবং

viii) ত্বক ট্রান্সপ্ল্যান্টেশানে (Skin transplantation) এই প্রক্রিয়ার প্রয়োগ আছে।

কলাচায পদ্ধতিতে পরীক্ষাগারে বিশেষ মাধ্যমে বা কৃত্রিম পরিবেশে একটিমাত্র কোষ থেকে বহুকোষ ও কলা গঠনের মাধ্যমে প্রাণীদেহের কিছু তন্ত্রের সৃষ্টি হয়। টিস্যু কালচার অত্যন্ত নিয়ন্ত্রিত ভাবে ভৌত রাসায়নিক পরিবেশে (নির্দিষ্ট pH, তাপমাত্রা, অভিস্রবণ চাপ, O_2, CO_2) করা হয়ে থাকে।

14.2 টিস্যু কালচারে প্রয়োজনীয় কিছু উপাদান ঃ

1. ইনকিউবেটর (Incubator)
2. অটোক্লেভ (Autoclave)
3. ফ্রিজ (-70^oC)
4. সেকিং বাথ (Shaking bath)
5. পিপেট সিলিন্ডার
6. তরল N2 ফ্রিজ (-19^oC)
7. ইনভার্টেড মাইক্রোস্কোপ
8. ল্যামিনেটার ফ্লো হুড
9. কোষ গণক (cell counter)
10. pH মিটার
11. CO_2 ইনকিউবেটর
12. ভ্যাকুয়াম পাম্প

14.3 টিস্যু কালচারে ব্যবহৃত মাধ্যম ঃ

কালচার মাধ্যমে উপস্থিত মুখ্য উপাদানগুলি হল-

ক) অজৈব পুষ্টিকারক দ্রব্য

খ) জৈব পুষ্টিকারক দ্রব্য

গ) বৃধ্বিকারক হরমোন

ঘ) অ্যাগার (Agar)

ক) অজৈব পুষ্টিকারক দ্রব্যের মধ্যে C (কার্বন), H (হাইড্রোজেন), O (অক্সিজেন), N (নাইট্রোজেন), P (ফসফরাস), S (সালফার), Ca (ক্যালসিয়াম), K (পটাশিয়াম), Mg (ম্যাগনেশিয়াম), Fe (আয়রণ), Mn (ম্যাঙ্গানিজ), Cu (কপার), Zn (জিঙ্ক), B (বোরোন) ইত্যাদি প্রদান।

খ) **জৈব পুষ্টিকারক** দ্রব্যগুলি দুভাগে বিভক্ত—

(i) নাইট্রোজেন এবং (ii) কার্বন উৎসের দ্রব্য। নাইট্রোজেন উৎসের দ্রব্যগুলির মধ্যে বেশীরভাগ ভিটামিন এবং অ্যামিনো অ্যাসিড। কার্বন উৎসের দ্রব্যগুলির মধ্যে সুক্রোজ, গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ এবং অন্যান্য শ্বেতসার জাতীয় দ্রব্য।

অন্যান্য পুষ্টি (nutrients) দ্রব্যগুলির মধ্যে কেসিন হাইড্রোলাইজেট (Casein hydrolysate), নারিকেল দুধ (Coconut milk), কর্ণ মিল্ক (Corn milk), মল্টএক্সট্র্যাক্ট (Malt extract), টোমাটো জুস (Tomato juice) এবং ইস্ট নির্যাস (Yeast extract) অন্যতম।

(গ) **বৃদ্ধিকারক হরমোনগুলির** মধ্যে অক্সিন, সাইটোকাইনিন এবং জিব্বারেলিন অন্যতম।

অক্সিন প্রধানতঃ কোষ বিভাজন এবং তার বিভেদীকরণে সাহায্য করে। সাধারণভাবে ব্যবহৃত অক্সিনগুলি হল IBA (Indole 3- butyric acid), NAA (Napthalene acetic acid), 2, 4-D (dichloro-phenoxyacetic acid)।

সাইটোকাইনিনও কোষ বিভাজন এবং তার বিভেদীকরণে সাহায্য করে। সাধারণভাবে ব্যবহৃত সাইটোকাইনিনগুলি হল BAP (benzylaminopurine) এবং কাইনেটিন (Kinetin) ।

(ঘ) কালচার মাধ্যমের অপর একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হল অ্যাগার। কলা কোষের বৃদ্ধির জন্য আগার একটি কঠিন মাধ্যম প্রদান করে।

14.4 টিস্যু কালচার পদ্ধতি ঃ

এই পদ্ধতিতে প্রথমে মিডিয়া, বিকারক এবং যন্ত্রপাতি জীবাণুমুক্ত করা হয়।

যে যানে বসে কাজটি করা হয় সেই স্থানটিকে ভাল করে 70% অ্যালকোহল দিয়ে মোছা হয়। যে কলার বা টিস্যুর কালচার করা হবে, তাকে খুব সাবধানে জীবানুমুক্ত পরিবেশে দেহ থেকে মুক্ত করা হয় এবং কলাটিকে ব্যালান্সড্ সল্ট দ্রবণে বা কোন উপযুক্ত মাধ্যমে স্থানান্তরিত করা হয়। কলাকে ছোট ছোট করে কাটা হয় এবং কোষগুলিকে সংগ্রহ করা হয় চালুনির মাধ্যমে। এই পৃথকীকৃত কোষগুলিকে কালচার প্লেটে উপযুক্ত পুষ্টিসম্মত মাধ্যমে (nutrient media) অধিক ঘনত্বে বর্ধিত করা হয়। নির্দিষ্ট সময়ে অন্তর মাধ্যম (media) কে পরিবর্তিত করা হয় এবং নতুন পুষ্টিকর দ্রব্যের যোগান দেওয়া হয়। নির্দ্দিষ্ট সময় অন্তর মিডিয়াটিকে বাতিল করে নতুন মিডিয়া দিতে হয়।

14.5 মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি (Monoclonal Antibody)

বেশীরভাগ অ্যান্টিজেনের বহুসংখ্যক এপিটোপ (Epitope) থাকে এবং এই এপিটোপগুলি 'B' কোষের বহু বিভাজনে ও বিভেদীকরণে সাহায্য করে। এইভাবে প্রাপ্ত সিরাম অ্যান্টিবডি হল বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিবডির সংমিশ্রণ যাদের প্রত্যেকটির একটি নির্দিষ্ট এপিটোপ থাকে। এইরূপভাবে পলিক্লোনাল অ্যান্টিবডি সংবেদনে অ্যান্টিজেনের আগ্রাসন, সঠিক স্থান নির্ণয় এবং কমপ্লিমেন্ট মধ্যয অ্যান্টিজেনের খণ্ডীকরণে সাহায্য করে। এই কারণে জীবদেহে পলিক্লোনাল অ্যান্টিবড়ির একটি সুস্পষ্ট উপকারিতা আছে। এই পলিক্লোনাল অ্যান্টিবডি জীবদেহের অভ্যন্তরে অনাক্রম্যতা অনেকগুণ বাড়িয়ে দেয় কিন্তু বিভিন্ন পরীক্ষাগারে অ্যান্টিসিরাম হিসেবে এর কর্মদক্ষতা একেবারে নেই বললেই চলে।

বিভিন্ন গবেষণায়, রোগ নির্ণয়ে এবং রোগ নিরাময়ে একটিমাত্র ক্লোন (clone) থেকে উদ্ভূত এবং একটিমাত্র এপিটোপযুক্ত মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি ব্যবহৃত হয়। মনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি নিম্নলিখিতভাবে তৈরি করা যায়।

14.5.1 হাব্রিডোমা পদ্ধতি ঃ

জর্জ কোহলার এবং সিজার মিলস্টেইন (1975) প্রথম মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরি করার পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। পদ্ধতিটি নিম্নে বর্ণিত হল।

একটি স্বাভাবিক, সক্রিয় অ্যান্টিবডি নিঃসরণকারী B কোষের সঙ্গে মায়েলোমা কোষকে (ক্যান্সার কারক প্লাজমা কোষ) সংযুক্ত করে একটি সংকর (hybrid) কোষ তৈরী করা হয়, যাকে হাইব্রিডোমা (hybridoma) বলে।

এই হাইব্রিডোমা কোষের দুটি ধর্ম আছে— মায়োলোমা কোষের মত আমরণ বৃদ্ধি এবং কোষের মত অ্যান্টিবডি তৈরী। কালচার থেকে প্রাপ্ত হাইব্রিডোমা কোষ অসংখ্য মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি নিঃসৃত করে।

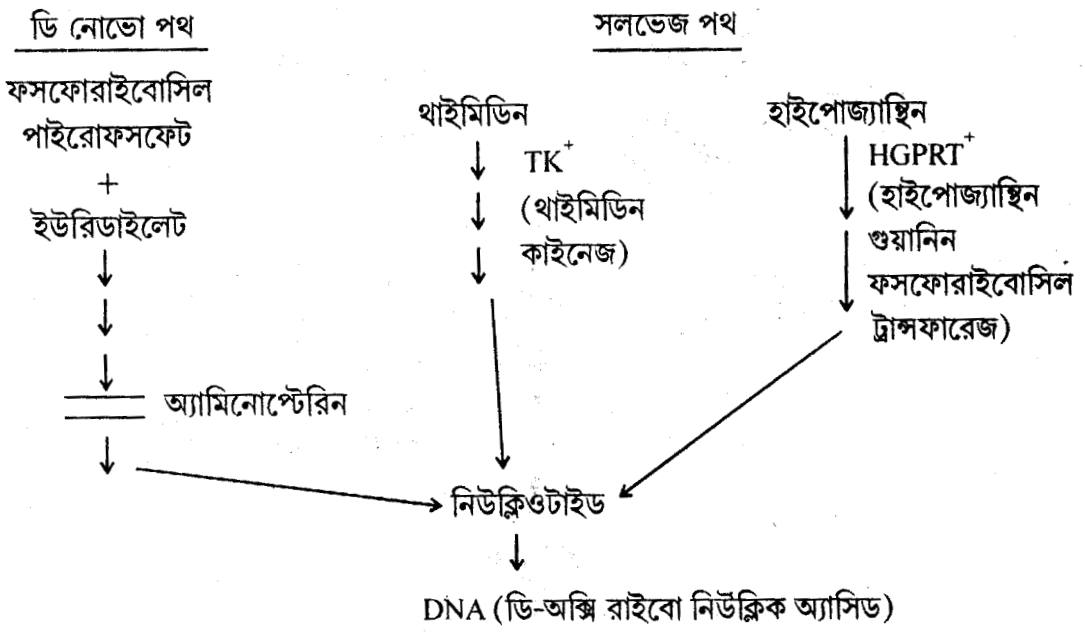
14.5.2 হাইব্রিড কোষের নির্বাচন ঃ

একটি সোমাটিক (দেহজ) কোষের সঙ্গে অপর একটি সোমাটিক কোষের মিলনে যে হাইব্রিড কোষ তৈরী হয় তাকে **হেটেরোক্যারিয়ন** বলে। এই দুই কোষের মিলন একপ্রকার নিষ্ক্রিয় আবরকযুক্ত ভাইরাস, সেন্ডাই ভাইরাস (Sendai Virus) সহ কোষ সাস্পেনসানে ঘটানো হয়। এই সেন্ডাই ভাইরাস দুই কোষের প্লাজমা পর্দার মিলন ঘটাতে সাহায্য করে।

প্রকৃতপক্ষে শতকরা খুব কম সংখ্যক কোষ মিলিত হয়ে হাইব্রিড কোষ তৈরী করে। বেশীরভাগ কোষই সমসত্ত্ব জনিতৃ কোষ (homogeneous parent cell), A - A / B - B খুব কম সংখ্যক A - B হাইব্রিড কোষ পাওয়া যায়। A - B হাইব্রিড কোষকে সবসময় মিলিত হয়নি এমন মাতৃকোষ ও সমসত্ত্ব জনিতৃ কোষ থেকে পৃথক করে রাখা হয়। A - B হাইব্রিড কোষ পাওয়ার সবচেয়ে সহজ উপায় হল এমন মাতৃকোষ নেওয়া যার নিউক্লিওটাইড সংশ্লেষণের যেকোন একটি পদ্ধতিতে মিউটেশন আছে। তারপর মিলিত কোষকে HAT মাধ্যমে (hypoxanthine aminopterin thymidine media) বৃদ্ধি ঘটানো হয় অর্থাৎ সংখ্যায় বাড়ানো হয়। HAT মাধ্যমে কোন মাতৃকোষ বাঁচতে পারে না, একমাত্র A - B হাইব্রিড কোষই বাঁচতে পারে। স্তন্যপায়ীর কোষ দুটি পথে নিউক্লিওটাইড সংশ্লেষ করে।

14.5.3 ডি-নোভো (de novo) এবং সলভেজ পথ (salvage pathway) :

ডি-নোভো পথে মিথাইল/ ফরম্যাইল গ্রুপ সক্রিয় টেট্রাহাইড্রোফোলেট থেকে স্থানান্তরিত হয় যা অ্যামিনোপ্টেরিনের উপস্থিতিতে বন্ধ হয়ে যায়। যেই ডি-নোভো পথ বন্ধ হয়ে যায় কোষ সলভেজ পথ ব্যবহার করে, যার ওপর অ্যামিনোপ্টেরিনের কোন প্রভাব থাকে না। দুটি উৎসেচক হাইপোজ্যান্থিন গুয়ানিন ফসফোরাইলেজ ট্রান্সফারেজ (HGPRT) এবং থাইমিডিন কাইনেজ (TK) সলভেজ পথে অনুঘটক হিসেবে কাজ করে। এই দুটি উৎসেচকের যেকোন একটিতে মিউটেশন হলে সলভেজ পথ বন্ধ হয়ে যায়। HAT মাধ্যমে অবস্থিত অ্যামিনোপ্টেরিন ডি-নোভো পথকে বন্ধ করে এবং থাইমিডিন ও হাইপোজ্যান্থিন সলভেজ পথে কোষের বৃদ্ধি ঘটায়।



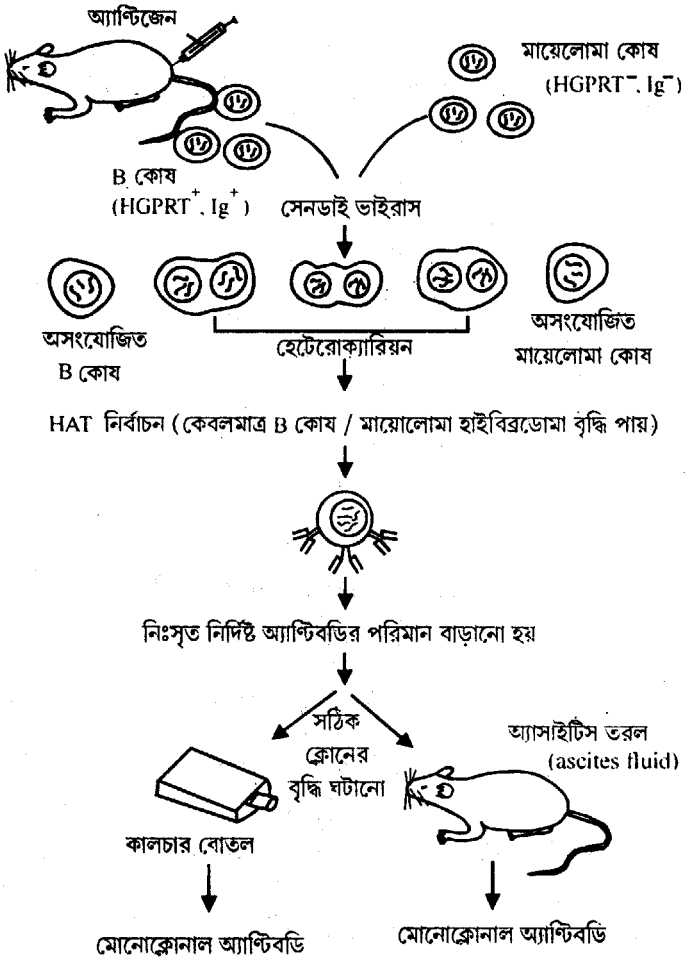
চিত্র 14.1 : ডি নোভো ও সলভেজ পথ

দুপ্রকার কোষ— একটিতে থাইমিডিন কাইনেজে মিউটেশন এবং অপরটিতে হাইপোজ্যান্থিন গুয়ানিন ফসফোরাইবোসিল ট্রান্সফারেজ-এ মিউটেশন আছে — এমন দুটি কোষকে সংযুক্ত করলে প্রাপ্ত একমাত্র সংকর কোষ (hybrid cell) উৎপন্ন হয় যার মধ্যে প্রয়োজনীয় সমস্ত উৎসেচক থাকে এবং এর ফলে HAT মাধ্যমে সলভেজ পথে এদের বৃদ্ধি হয়। এইভাবে একমাত্র হাইব্রিড কোষই HAT মাধ্যমে বৃদ্ধি পেতে পারে, অন্য কোষ, যা সংযুক্ত হতে পারেনি এবং সমসত্ব হেটেরোক্যারিয়ন কোষেরা, HAT মাধ্যমে বাঁচতে পারে না।

14.5.4 মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরি ঃ

মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরি করা হয় তিনটি ধাপে (চিত্র 14.2)—

- অ্যান্টিজেন প্রাইম্‌ড B কোষ এবং মায়েলোমা (myeloma) কোষ সংযুক্ত করে B কোষ হাইব্রিডোমার প্রস্তুতি এবং সংযুক্ত কোষটির নির্বাচন।
- নির্বাচিত B কোষ হাইব্রিডোমার ক্লোন (clone) উৎপাদন যা আকাঙ্খিত নির্দিষ্ট অ্যান্টিজেনের সাথে বিক্রিয়া করতে পারে এমন অ্যান্টিবডি নিঃসৃত করে।
- আকাঙ্খিত হাইব্রিডোমার বৃদ্ধিকরণ—



চিত্র 14.2 : মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরীর পদ্ধতি

কোহলার এবং মিলস্টেইন মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরী করার জন্য কোষ সংযোজন এবং হাইব্রিড কোষের HAT মাধ্যমে বর্ধিত হয়ে B-কোষের হাইব্রিডোমার প্রস্তুত করণের ওপর নির্ভর করেছিলেন।

সংযোজনের জন্য একপ্রকার কোষ মায়োলোমা বা HGPRT এবং Ig , মায়োলোমা কোষ সংযুক্ত কোষকে আমরণ বৃদ্ধির ধর্ম প্রদান করে কিন্তু কখনই HAT মাধ্যমে বৃদ্ধি পায় না ও অ্যান্টিবডি নিঃসৃত করে না এবং অপর প্রকার কোষ প্লীহা থেকে নেওয়া হয় যা প্রাইম্ড B কোষ নিয়ে গঠিত এবং HGPRT+ এব Ig+ কোষ সংযোজন ধাপের পর অ্যালিকটকে (aliquots) HAT মাধ্যমে কালচার করা হয় কূপযুক্ত প্লেটে (চিত্র 13.3)। এরপর 7-10 দিন বাদে দেখা যায়, বেশীরভাগ কূপেই কোষগুলি মৃত কিন্তু অল্প কিছু কূপে খুব অল্প সংখ্যক জীবিত কোষ দেখা যায়। এই জীবিত কোষগুলি নিরীক্ষণ করা যায় ফেজ কনট্রাস্ট অনুবীক্ষণে। প্রতিটি ক্লাস্টার হাইব্রিডোমা কোষের ক্লোনাল বৃদ্ধি (clonal expansion) নির্দেশ করে।

হাইব্রিডোমা কোষগুলি থেকে নিঃসৃত অ্যান্টিবডির মোনোক্লোনালিটি পরীক্ষার জন্য কোষগুলিকে পৃথক পৃথক কূপযুক্ত প্লেটে কালচার করা হয়। মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি পাওয়ার জন্য ক্লোন্ড হাইব্রিডোমা কোষগুলিকে নানাভাবে বর্ধিত করা হয়।

14.5.5 প্রয়োগ (Application) :

মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডির একটি বিশেষ উপকারিতা হল যে এটি সারা বিশ্বের বিভিন্ন পরীক্ষাগারে প্রমাণ বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে কোষীয় বিশুদ্ধতা রক্ষায় সাহায্য করে।

● মানুষ এবং অন্যান্য প্রাণী নমুনার লিম্ফোসাইট উপসংখ্যান (Subpopulation) :

লক্ষ্য কোষের নির্ধারক যেমন CD3, CD4, CD8, CD20 যা মানুষ এবং বিভিন্ন প্রাণীর লিম্ফোসাইটে দেখা যায়, সেগুলি মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি দিয়ে নিরীক্ষণ করা যায়।

● কোষীয় পৃথকীকরণ (Cell Isolation) এবং বিনষ্টীকরণ ঃ

নির্দিষ্ট অ্যান্টিজেনের বিরুদ্ধে বিশেষ অনাক্রম্য-নিয়ন্ত্রক কোষের পৃথকীকরণ করা হয় মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি দিয়ে।

বিপরীত T3 (CD3) মোনোক্লোনাল + কমপ্লিমেন্ট

↓

মানুষের মজ্জার T কোষের বিনষ্টকরণ

● রক্তের বিন্যাস এবং HLA প্রভেদকরণ ঃ

রক্তের বিন্যাস এবং HLA প্রকারভেদকরণে সবথেকে বিশ্বস্ত বিকারক হল মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি।

● **রোগ নির্ণয় ঃ**

বিভিন্ন প্রকার ক্যান্সার (Acute lymphatic Leukemia, Chronic myellogenous leukemia) ম্যালেরিয়া সংক্রমণ, HIV সংক্রমণ নিয়ন্ত্রণে মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি ব্যবহার করা হয়।

● **প্রেগন্যান্সি নির্দেশক ঃ**

গর্ভধারণ নির্ণয়ে (Positive Pregnancy) বিপরীত হিউম্যান কোরিওনক গোনাডোট্রফিন মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি ব্যবহার করা হয় এবং এই পদ্ধতিতে খুবই কম অর্থ ব্যয় হয়।

● **ভ্যাক্সিন (Vaccine) তৈরীতে ঃ**

টিকা বা ভ্যাক্সিন তৈরীতে এপিটোপ ম্যাপিং-এর জন্য মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি ব্যবহার করা হয়।

● **টিউমার বিনষ্টিকরণ ঃ**

টিউমারের জন্য নির্দিষ্ট মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি সিগেলা টক্সিন, ডিপ্‌থেরিয়া টক্সিনের সঙ্গে সংযুক্ত করে ইমিউনোটক্সিন (immunotoxin) হিসাবে টিউমার কোষের বিনষ্টিকরণে ব্যবহার হয়।

● **প্রোটিন বিশুদ্ধকরণ প্রক্রিয়ায় ঃ**

এই প্রক্রিয়ায় সায়ানোজের ব্রোমাইড ক্রোমাটোগ্রাফিক ধাত্রে (cyanen bromide - activated chromatography matrix) মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি যুক্ত করে মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি অ্যাফিনিটি কলাম তৈরি করা হয়, যার দ্বারা প্রোটিন বিশুদ্ধ করা যায়।

14.6 সারাংশ ঃ

পরীক্ষাগারে কৃত্রিম পরিবেশে একটিমাত্র কোষ থেকে কলা গঠনের পদ্ধতিকে কলাচাষ বা টিস্যু কালচার বলে। জীববিজ্ঞান এবং চিকিৎসা বিজ্ঞানের একটি অপরিহার্য অঙ্গ হল এই কলাচাষ পদ্ধতি। উদাহরণস্বরূপ মূলতঃ কলাচাষ পদ্ধতির উপর নির্ভর করেই ক্যান্সার গবেষণায়, জীনগত রোগ নির্ণয়ে, বিভিন্ন প্রকার প্রতিষেধক প্রস্তুতিতে, কোষ সংযোজন সংক্রান্ত গবেষণায় অগ্রগতি সম্ভব হয়েছে।

বর্তমান যুগের চিকিৎসাবিজ্ঞান এবং জীববিজ্ঞানের উন্নতির অন্যতম প্রধান হাতিয়ার হল মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি। এতে একই প্রকার B কোষ ক্লোনের মাধ্যমে সৃষ্টি হয়। মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডিগুলি একই প্রকার, সমসত্ত্ব এবং একটি মাত্র নির্দিষ্ট অ্যান্টিজেনের উপর ক্রিয়া করে। বিভিন্ন প্রকার রোগ নির্ণয়ে, যেমন— ক্যান্সার, ম্যালেরিয়া, AIDS সংক্রমণ নিয়ন্ত্রণে, প্রতিষেধক প্রস্তুতিতে, টিউমার বিনিষ্টকরণে মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডির ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

14.7 প্রশ্নাবলী ঃ

1. টিস্যু কালচার কাকে বলে? টিস্যু কালচারে ব্যবহৃত উপাদানগুলি কি কি?

2. টিস্যু কালচারের মাধ্যম (media) সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করুন।

3. মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি কাকে বলে? এর সঙ্গে পলিক্লোনাল অ্যান্টিবডির পার্থক্য কি?

4. হাইব্রিড কোষের নির্বাচন কি? ডি নোভো এবং সলভেজ পথটি সংক্ষেপে লিখুন।

5. মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডির প্রয়োগ সম্পর্কে বিষদ আলোচনা করুন।

6. শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

ক) _____ এবং _____ (1975) প্রথম মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি তৈরী করার পদ্ধতি আবিষ্কার করেন।

খ) একটি স্বাভাবিক, সক্রিয় অ্যান্টিবডি নিঃসৃতকারী _____ সঙ্গে _____ কোষকে (ক্যান্সার কারক প্লাজমা কোষ) সংযুক্ত করে একটি সংকর কোষ তৈরী করা হয় যাকে _____ বলে।

গ) ডি নোভো পথে _____ গ্রুপ সক্রিয় টেট্রাহাইড্রোফোলেট থেকে স্থানান্তরিত হয় না _____ উপস্থিতিতে বন্ধ হয়ে যায়।

ঘ) দুটি উৎসেচক _____ এবং _____ সলভেজ পথে অনুঘটক হিসেবে কাজ করে।

ঙ) পজিটিভ প্রেগন্যান্সি নির্ণয়ে বিপরীত _____ _____ _____ মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি ব্যবহার করা হয় এবং এই পদ্ধতিতে খুবই কম অর্থ ব্যয় হয়।

চ) রক্তের _____ এবং _____ প্রকারভেদ করণে সবথেকে বিশ্বস্ত বিকারক হল মোনোক্লোনাল অ্যান্টিবডি।

গ্রন্থপঞ্জী ঃ 1. Abdul K. Abbas and Andrew H. Lichtanas, 2000, Cellular and Molecular Immunology (5th edn.) Saudes.

2. Richard A. Glodsby, Thomas I. Kindt, Barbara A. Osborne 2000. Kuby Immunology (4th Ed.) W.H. Freeman and Company, NY.