Bioinformatics Introduction & elementary genome database

यह एक बहुआयामी (interdisciplinary) क्षेत्र है जिसमें जब डाटा सेट बड़ा एवं जटिल हो जाता है तब इसके अध्ययन एवं विश्लेषण में इस्तेमाल में लाया जाता है। जिसमें biology, computer science, information engineering, mathematics एवं statistics के क्षेत्र का इस्तेमाल biological data के analysis में किया जाता है।

* Bioinformatics शब्द को सर्वप्रथम 1968 को दिया गया एवं इसे 1978 में परिभाषित किया गया। इसे "computational biology" भी कहा जाता है।

इसके अंतर्गत निम्न ~~आयाम~~ अंग आते हैं: ~~जिसमें कलन~~ विधि (~~algorithm~~)

(1) software साधन विकसित करना एवं कलन (algorithm) का इस्तेमाल करना

(2) कई प्रकार के software के द्वारा आंकड़ों का विश्लेषण कर निष्कर्ष निकालना।

Bioinformatics का मुख्य इस्तेमाल व्यक्ति के जीन की पहचान करना, single nucleotide polymorphism (SNPs), किसी रोग के जीनेटिक आधार को समझने, अनुकूलन में विशिष्टता, आवश्यक गुण की पहचान (like- agriculture field), nucleic acid और protein के संगठन की पहचान करना आदि में किया जाता है।

History – Paulien Hogeweg और Ben Hesper ने सर्वप्रथम 1970 में जैविक तन्त्र में information process के अध्ययन में किया। यह क्षेत्र Biochemistry के समानान्तर थी। Bioinformatics ने covid-19 के दौरान जिससे vaccines के उत्पादन में एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा किया।

* Human genome project के पूर्ण होने के पश्चात् हर लैबोरेटरी के द्वारा लगभग प्रतिवर्ष 100,000 billion base को प्रतिवर्ष sequence किया जाता है। इसकी लागत भी बहुत कम होती है।

* इस क्षेत्र में अग्रणी योगदान margaret oakley Dayhoff का रहा जिन्होंने सर्वप्रथम पहला प्रोटिन श्रृंखला का database तैयार किया और जिसे पुस्तक में प्रकाशित किया।

* Bioinformatics के क्षेत्र में अन्य प्रारंभिक योगदान Elvin A. Kabat का था जिन्होंने जैविक श्रृंखला विश्लेषण (Biological sequence analysis) किया एवं एन्टीबॉडी श्रृंखला को निर्धारित किया।

* 1970 में Bacteriophage MS_2 एवं ~~फ़~~ φX174 पर नया विधि DNA sequencing के लिए खोजा गया। एवं nucleotide sequence की सूचना ~~एवं~~ एवं सांख्यिकी कलन (information and statistical algorithm) से

* तुलनात्मक अध्ययन किया गया एवं पाया कि ज्ञात लक्षण जैसे coding segment एवं Triplet code को सीधे आंकड़ों के विश्लेषण से प्रकट किया जा सकता है।

Regulation of

Overview :- वर्तमान में कंप्यूटर के पैटर्न रिकोग्निशन, डाटा माइनिंग, मशीन लर्निंग अल्गोरिद्म एवं विजुलाइजेशन से संबंधित एप्लिकेशन का इस्तेमाल किया जा रहा है। इसके माध्यम से जीन खोजना, जीनोम एसेम्बली, ड्रग डिजाइन, ड्रग डिस्कवरी, प्रोटीन संरचनात्मक व्यवस्था, एवं प्रोटीन के संरचनात्मक विश्लेषण में इसका इस्तेमाल किया जा रहा है।

* Bioinformatics अथवा computational biology, molecular biology के क्षेत्र में सूचना प्रौद्योगिकी का प्रयोग अथवा बायोलॉजिकल डाटा के प्रबंधन एवं विश्लेषण में कम्प्यूटर टेक्नोलॉजी का प्रयोग है जिसमें कम्प्यूटर का उपयोग बायोलॉजिकल आंकड़ों के संकलन, भंडारण, विश्लेषण एवं संयोजन के लिए किया जाता है।

* यह एक उभरता हुआ interdisciplinary क्षेत्र है एवं जिंदगी की गुणवत्ता बढ़ाने के लिए इसका उपयोग लगातार बढ़ता जा रहा है।

* ~~जाती~~ Bioinformatics का अंतिम लक्ष्य श्रृंखला, संरचना साहित्य तथा अन्य बायोलॉजिकल आंकड़ों में छिपी सूचनाओं को उजागर कर उसे मानव जीवन के स्तर को ऊपर उठाने के लिए उपयोग में लाना है।

भारत में जैवसूचनाविज्ञान के क्षेत्र में चल रही prof परियोजनाएं

प्रमुख उपलब्धियां :-

* एडवांस्ड कम्प्यूटिंग (सी-डीएसी) विकास केंद्र, पुणे में जैव सूचना विज्ञान संसाधन और आवेदन सुविधा (BRAF) चरण।
* जैवसूचना विज्ञान और applied Biotechnology (IBAB) बेंगलौर में प्रोटीन और RNA के अनुक्रम संरेखण के लिए नोवल एल्गोरिद्म।

* IIT दिल्ली में वेब समर्थ प्रोटीन स्ट्रक्चर प्रिडीक्शन सॉफ्टवेयर का विकास।

* IBAB बंगलौर में मादा प्रजनन प्रणाली के लिए विशिष्ट जीन की एक्सप्रेशन पैटर्न की भविष्यवाणी के लिए सॉफ्टवेयर का विकास

* राष्ट्रीय वानस्पतिक अनुसंधान संस्थान (NBRI) लखनऊ में भारतीय वनस्पति बायोवार्ता नेटवर्क।

* जैव प्रौद्योगिकी केंद्र जे.एन. कृषि विश्वविद्यालय जबलपुर में प्रोटीन की 3D संरचना की लिगेंड बाइंडिंग साइट को पहचानने के लिए सॉफ्टवेयर टूल का विकास।

* जैव सूचना प्रौद्योगिकी केंद्र पांडिचेरी में पौधों एवं दलनधारी जीवों के निर्माण की प्रोटीन डिजाइनिंग के लिए सॉफ्टवेयर टूल्स का विकास।

* सी डैक पुणे में उच्च प्रवाह क्षमता जीनोम विश्लेषण के लिए कंप्यूटेशनल कार्यप्रवाह का विकास।

* IGBAB कोलकाता में महत्वपूर्ण दलनधारी उत्पादों के लिए विशिष्ट जीन एक्सप्रेशन डेटाबेस और प्रमोटर डिजाइन प्रोग्राम का विकास।

* जैव प्रौद्योगिकी एवं जैव सूचना विज्ञान विभाग, नार्थ ईस्टर्न हिल्स विश्वविद्यालय शिलांग, मेघालय में माइक्रोबियल समुदाय का तुलनात्मक विश्लेषण।

* कृषि जैव सूचना विज्ञान संवर्धन कार्यक्रम

* आई.आई.टी. गुवाहाटी में लिशमनियासिस के विरुद्ध चिकित्सा।

* Necessary Resources: Bioinformatics में निम्न साधनों की आवश्यकता होती है।

1. Computer and Other HardWares
2. Internet connectivity
3. World wide Web.
4. Database
5. Software.

Elementory Genome database

* Bioinformatics Research के लिए Database की आवश्यकता होती है। विभिन्न सूचनाओं के लिए कई डाटाबेस उपलब्ध हैं। जैसे
  * DNA एवं Protein sequence
  * Molecular Structure
  * Phenotypes and biodiversity

* Data base में एक्सपेरिमेंटल डेटा जो कि प्रयोग से प्राप्त होते हैं एवं Predicted data जो कि analysis से प्राप्त होते हैं। या दोनों प्रकार के होते हैं।

* ये डाटाबेस अपने format में भिन्नता प्रदर्शित करते हैं या तो ये Public हो सकते हैं या नहीं।

* कुछ महत्वपूर्ण डाटाबेस निम्न हैं:

1. Nucleic acid sequence database

* EMBL
* NCBI Gene bank
* DDBJ.

2. Protein sequence database

* Swiss Prot
* PIR
* MIPS

3. Protein structure database

Protein database

Some important software: Internet के अलग-अलग सर्वर पर बायोइन्फॉर्मेटिक्स से संबंधित बहुत से software उपलब्ध हैं।

- डाटाबेस सर्च
  - WAIS
  - FFGATE
  - GATE Entry
  - PUB MID
  - ENTRE JVJ
- Homology search
  - BLAST
  - FSTA
  - SMITHWATERMAN

Sequence analysis

- DNAZAA
- Proscan
- Signal scan
- NSPN
- Gene Feature
- ORF Finder
- TF search
- MOTIFF
- BLOK
- MEME
- Clusts ALW

Prediction of secondary structure:-

- Second structure
- Prediction Predict Protein

Genetic code

जीवधारियों में प्रोटीन संश्लेषण का नियंत्रण न्यूक्लिक अम्ल द्वारा किया जाता है। प्रोटीन में २० प्रकार के अमीनो अम्ल होते हैं लेकिन न्यूक्लिक अम्ल में 4 ही क्षारक पाये जाते हैं। २० अमीनो अम्ल के विन्यास का कोड इन 4 न्यूक्लियोटाइड के विन्यास पर आधारित होता है।

न्यूक्लिक एसिड में अमीनो अम्ल के निर्माण की सूचना nucleotide के रूप में निहित होती है। इन्ही न्यूक्लियोटाइड का क्रम प्रोटीन में अमीनो अम्ल का क्रम निर्धारित करता है।

न्यूक्लियोटाइड का समूह जो एक अमीनो एसिड (amino acid) को code करता है कोडान (codon) कहलाता है।

Character of genetic code : Genetic code का निम्न गुण होता है।

(a) Genetic code is triplet

(b) Code is Degenerate

(c) Code is non-overlapping

(d) Code is comma less

(e) Code is non-ambiguous.

(f) Code is Universal.

(a) **Genetic code is triplet :-** गैमो (Gamow) ने तीन अक्षरीय कोड की संभावना व्यक्त की DNA और RNA में केवल 4 nucleotide होते हैं और लगभग २० अमीनो अम्ल के विन्यास का कोड इनके विन्यास पर आधारित होता है।

यदि प्रत्येक कोड केवल एक न्यूक्लियोटाइड का बना होता है तो इसके कुल 4 कोड बनेंगे जो केवल 4 अमीनो अम्ल के ~~निर्माण को~~ विन्यास को नियंत्रित कर सकते हैं। यदि प्रत्येक कोड को २ न्यूक्लियोटाइड से बना हुआ माना जाए तो (4×4) केवल 16 कोड बनेंगे। ये भी २० अमीनो अम्ल के लिए पर्याप्त नहीं है।

3 nucleotide से बने कोड से $4^3 = 4\times4\times4 = 64$ कोड शब्द बनते हैं, जिनकें 44 कोडान की अधिकता हो जाती है। इसलिए एक अमीनो अम्ल के लिए एक से अधिक कोडान प्रयोग होते हैं।

(ii) code is degenerate :- genetic code में 20 amino acids के लिए 64 codon पाये जाते हैं, इसका मतलब यह है कि एक से अधिक कोडान एक अमीनो अम्ल को कोड करता है, कोडान की संख्या जो अलग-अलग अमीनो अम्ल कोड करता है निम्न है।

(a) Tryptophan methionine — 1 codon.

(b) Phenylalanine, tyrosine, histidine — 2 codon.
glutamine, asparagine

(c) Isoleucine — 3 codon.

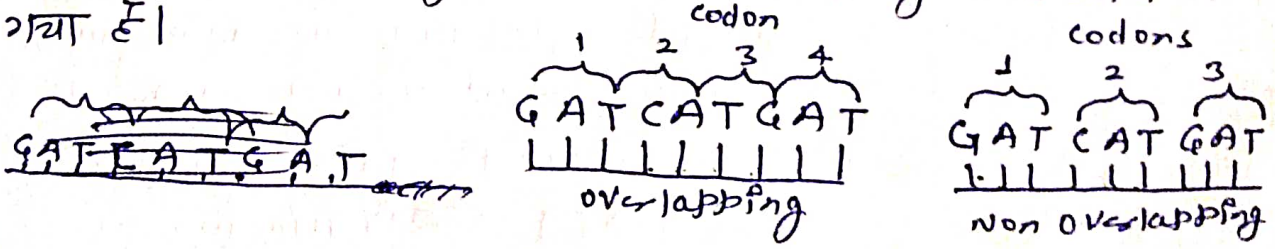
(d) Valine, Proline, threonine, alanine — 4 codon.
Glycine

(e) Leucine, arginine, serine — 6 codon.

कोडान जो एक से अधिक amino acid कोड करता है degenerate कहलाता है।

उदाहरण : ~~प्रक्रिया~~ ~~जो~~ कोडान जो CC से शुरू होता है प्रोलीन (Proline) (CCU, CCC, CCA, CCG) और सभी कोडान जो AC से शुरू होता है थ्रियोनिन (Threonine), ACU, ACC, ACA, ACG को कोड करता है।

(iii) code is not overlapping → इसका अर्थ यह है कि समान अक्षर एक से अधिक कोडान के निर्माण में भाग नहीं लेता है। overlapping और non-overlapping code नीचे दिया गया है।



परन्तु सामान्यतः यह देखा गया है कि bacteriophage Φ174 में overlapping genes से बना होता है, यह प्रक्रिया frameshift क्रियाविधि से संचालित होती है।

(iv) Code is non-ambigious :- जिस कूट से किसी भी कोडान विशेष के बारे में कोई संदेह नहीं होता उसे असंदिग्ध (non-ambigious) कूट कहा जाता है। एक विशेष कोडान हमेशा एक निश्चित अमीनो अम्ल को कोड करेगा, चाहे वह किसी स्थान पर हो।

उदा० - UUU codon किसी परिस्थिति में Phenylalanine को कोड करेगा।

परंतु UUU codon . Streptomycine की उपस्थिति में isoleucine, leucine या Serine को कोड करता है।

(v) Code is commaless :- कॉमारहित कूट से अभिप्राय है कि दो शब्दों के बीच में विराम चिन्हों (Punctuations) की आवश्यकता नहीं होती। दूसरे शब्दों में यह कहा जाता है कि एक अमीनो अम्ल को कोडित कर देने के बाद अगले तीन अक्षरों द्वारा दूसरे अमीनो अम्लों को स्वतः ही कोडित कर दिया जाता है। यह बताने के लिए कि एक अमीनो अम्ल कोडित हो चुका है अब दूसरे को कोडित करना है किसी अतिरिक्त अक्षर का प्रयोग नहीं होता है।

(vi) The code has Polarity :- code में ध्रुवता (Polarity) पाया जाता है यह नियत start और stop codon के मध्य पढ़ा जाता है। Start कोडान को Initiation कोडान और stop कोडान को Termination कोडान कहा जाता है। mRNA में सूचना को $5' \rightarrow 3'$ दिशा में पढ़ा जाता है। और Polypeptide श्रृंखला अमीनो ($-NH_2$) सिरा से कार्बोक्सिल ($-COOH$) सिरा में संश्लेषित किया जाता है।

64 codon में से तीन कोडान non-sense कोडान कहलाता है क्योंकि ये कोई tRNA ~~के~~ के प्रति विशिष्टता प्रदर्शित नहीं करते हैं जिसे है :-

Amber (UAG)
Ochre (UAA)
Opal (UGA) ~~ये~~ ये Polypeptide chain के संश्लेषण को रोक देते हैं अतः ये समापन कोडान (Termination codon) कहलाते हैं।

(vii) The code is universal :- यद्यपि कूट को सूक्ष्मजीव से तैयार की गई पात्रे-प्रविधि (in-vitro) के उपयोग द्वारा तैयार किया गया है, तथापि अब इसमें सन्देह नहीं है कि सभी जीवों के लिए चाहे वे अति सूक्ष्म हों या दीर्घ, पौधे हों या जन्तु, एक ही आनुवंशिक कूट का प्रयोग किया जाता है।

The wobble Hypothesis

Genetic code की अपह्रासिता (degeneracy) को समझाने के लिए क्रिक (crick) ने 1966 में wobble hypothesis दिया। tryptophan और methionine को छोड़कर, एक amino acid को कोड करने के लिए एक से अधिक कोडान पाये जाते हैं। amino acid को कोड करने के लिए 61 कोडान पाये जाते हैं, अतः ~~tRNA~~ इनके लिए 61 ~~tRNA~~ tRNA होने चाहिए जिसका anticodon भिन्न भिन्न हो, परन्तु tRNA की संख्या 61 से कम होती है, इससे यह पता चलता है कि कुछ tRNA का anticodon एक से अधिक कोडान को Read करता है।

आनुवंशिक कोड के गहन अध्ययन से यह पता चलता है कि किसी भी कोडान की तीसरी न्यूक्लियोटाइड उसकी विशिष्टता को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण नहीं होती, बल्कि यह विशिष्टता पहली दो न्यूक्लियोटाइड द्वारा ही निर्धारित होती है। इसी कारण एक ही tRNA एक से अधिक कोडानो (एक ही अमीनो अम्ल के लिए) को पहचान सकता है, जो केवल तीसरे स्थान पर ही आपस में एक दूसरे से भिन्न हो।

उदाहरण के लिए CGU, CGC, CGA, और CGG सभी arginine को कोड करते हैं, सामान्यतः इससे यह प्रतीत होता है कि अक्षर CG, arginine को specify करता है और तीसरा अक्षर महत्वपूर्ण नहीं होता।

wobble hypothesis के अनुसार 5' → 3' mRNA पर Triplet codon का प्रथम और द्वितीय क्षार (base), tRNA anticodon के base से जुड़ता है, तीसरे base की बंधुता (Pairing) इस स्थान पर उपस्थित क्षार (base), पर परिवर्तित होती है उदा॰ G, U से जुड़ सकता है। इस प्रकार का abnormal pairing wobble Pairing

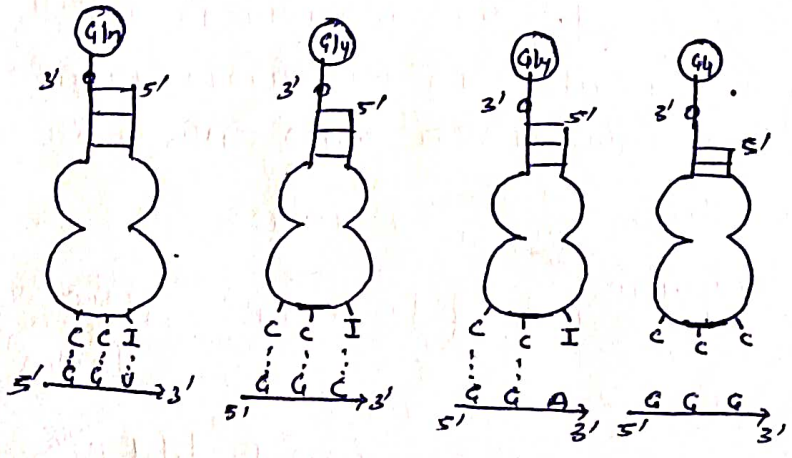
कहलाता है।

खोजों में यह देखा गया है कि yeast alanine tRNA का anticodon में पहले स्थान में nucleoside inosine उपस्थित होता है जो कि codon के तीसरे base से code करता है। inosine wobble nucleotide है और Guanine के समान होता है जो सामान्यतः A, U और C से बंध बनाता है।

— उदा० के लिए glycine tRNA में anticodon 5'—ICC—3' होता है जो glycine codon GGU, GGC, GGA और GGG से code करता है।

wobble base pairing

Third position codon base	First position anticodon base
A	U, I
G	C, U
U	G, I
C	G, I



wobble pairing of one glycine tRNA with three codon of mRNA due to wobble in 5'→3' direction

Immunology

पर्यावरण में कई प्रकार के रोगकारक सूक्ष्मजीव उपस्थित होते हैं जिनके संपर्क में हमारा शरीर आता है। परंतु हमारी शरीर की प्रतिरक्षा तन्त्र हमें उनसे बचाता है प्रथम उसे शरीर में प्रवेश होने से रोकता है और द्वितीय अगर वह शरीर में प्रवेश कर जाये तब उसे निष्क्रिय कर देता है।

अतः प्रतिरक्षा की क्रियाविधी दो स्तर पर कार्य करती है प्रथम संक्रमण को रोकता है और दूसरा संक्रमण के बाद क्रियाशील होता है।

अतः शरीर की प्रतिरक्षा को दो वृहद् समूह में विभाजित किया जा सकता है

(a) सामान्य प्रतिरक्षा (non-specific resistance)

(b) विशिष्ट प्रतिरक्षा (specific resistance)

Historical Prospectives → 15 वीं शताब्दी में सर्वप्रथम चायना और तुर्की में प्रतिरक्षा उत्पन्न करने के लिये वेरियोलेशन (Variolation) विधि इस्तेमाल लायी गयी। इस विधि में चेचक (small Pox) के घाव के सूखे अवशेष (dried crust) को या तो स्वांस के द्वारा ग्रहण किया जाता था या त्वचा के किसी छोटे कट में प्रवेश कराया जाता था।

1798 में Edward Jenner ने चेचक के टीके की खोज की

Louice Pasteur ने प्रतिरक्षा विज्ञान (immunology) के क्षेत्र में उल्लेखनीय योगदान दिया उन्होंने हैजा (cholera) एन्थ्रेक्स (anthrax) और रैबिज (Rabies) के वैक्सिन की खोज की।

1890 में एमिल वॉन बेहरिंग और एस किटासातो (Emil Von Behring and S. Kitasato) ने सर्वप्रथम प्रतिरक्षा की क्रियाविधि दिया।

Non Specific Resistance

यह हमारी शरीर की वह प्रतिरोधकता है जो किसी भी प्रकार के रोगकारकों के लिये प्रभावी होती है। इसके अंतर्गत

(a) त्वचा और श्लेष्मक झिल्ली (skin & mucous membrane)

(b) फैगोसाइटोसिस (Phagocytosis)

(c) ज्वर (fever)

(d) सूजन (inflammation)

(e) सूक्ष्मजीव प्रतिघाती पदार्थ (antimicrobial substances) आते हैं।

(a) Skin & mucous membrane :- skin और mucous membrane हमारे शरीर को प्राथमिक स्तर का प्रतिरक्षा प्रदान करता है। यह यान्त्रिक प्रतिरोध (mechanical barrier) और रसायनिक कारक (chemical factors) दोनों की तरह कार्य करता है।

1. mechanical factors :- त्वचा में डर्मिस (dermis) और एपीडर्मिस (Epidermis) दो भाग होते हैं। epidermis इपिथिलियल कोशिका की सतहों का बना होता है जिसका ऊपर स्तर मृत होता है यह आन्तरिक ऊतकों को सुरक्षा प्रदान करता है। कटाव, जलन, धाव आदि में त्वचा में संक्रमण होता है। यदि त्वचा अधिक समय तक गीला रहे तब त्वचा में फंगल संक्रमण की संभावना बढ़ जाती है।

म्यूकस झिल्ली आंत (gastrointestinal), श्वसन (Respiratory), मूत्र (urinary) और प्रजनन (Reproductive) नली (Tract) में पाया जाता है। म्यूकस झिल्ली की इपीथिलियल सतह म्यूकस उत्सर्जित करता है जिसमें अकार्बनिक लवण (inorganic salt), कई कार्बनिक अणु (organic molecules) इपीथिलियल कोशिका (epithelial cell) और ल्यूकोसाइट (leucocytes) उपस्थित होते हैं, यह म्यूकस नली को चिपकने से बचाता है।

लैक्रिमल ग्रंथि (Lachrymal gland) आंखों में पाया जाता है जो आंसू निर्मित करता है जो आंखों की सतह से सूक्ष्मजीवों के संक्रमण को साफ करता है।

लार ग्रंथि लार उत्पन्न करता है जो कि मुख एवं दांतों में से सूक्ष्मजीवों की सफाई करता है।

नाक एवं कान के म्यूकस झिल्ली सूक्ष्मजीवों एवं धूल के कणों को रोकते हैं।

(2) chemical factor : इसके अंतर्गत त्वचा एवं ~~म्यूकस~~ म्यूकस झिल्ली के रसायनिक कारक आते हैं जैसे ~~लैक्टिक~~ जठर रस (Gastric juice), एन्जाइम, सीबम (sebum)

तेल ग्रंथि (sebaceous gland) त्वचा की सतह पर पाये जाते हैं और जो तैलीय पदार्थ सीबम (sebum) उत्पन्न करते हैं कि जो कई प्रकार के सूक्ष्मजीवों के वृद्धि को रोकते हैं।

त्वचा में पसीने की ग्रंथि (sweat gland) पाया जाता है जो पसीना उत्पन्न करता है जो शरीर के तापक्रम नियंत्रण करने के साथ-साथ lysozyme की उपस्थिती के कारण ग्राम-धनात्मक और कुछ ग्राम-ऋणात्मक सूक्ष्मजीव को नष्ट करता है।

आमाशय Gastric juice उत्पन्न करती है, जिसमें HCl, पाचक एन्जाइम और म्यूकस उपस्थित होते हैं, जिसका PH 1.2 होता है, जो बैक्टीरीया और उसके टॉक्सिन्स को नष्ट करता है।

II Phagocytosis :- किसी कोशिका (cell) के द्वारा सूक्ष्मजीव या किसी कणीय पदार्थ (Particulate material) का भक्षण Phagocytosis कहलाता है।

रुधिर में प्लाज्मा पाया जाता है जिसमें कई अवयव जैसे- लाल रक्त कणिका (RBCs), श्वेतरक्त कणिका (WBCs) और थ्रोम्बोसाइट (Thrombocytes) उपस्थित होते हैं। ये ल्यूकोसाइट अपने जीवद्रव्य में ग्रेन्यूल्स (granules) की उपस्थिति के आधार पर दो भागों में विभाजित किये जाते हैं।

ⓐ Granulocytes :- इसके अंतर्गत तीन प्रकार के रक्त कोशिका (blood cells) आते हैं।

(i) Neutrophiles : ये सूक्ष्मजीव को नष्ट करते हैं।

(ii) Basophils :- ये हिपेरिन और हिस्टामिन उत्पन्न करता है। हिपेरिन anticoagulant है जबकि histamine सूजन एवं एलर्जी क्रिया में भाग लेता है।

(iii) Eosinophils :- ये फैगोसाइटोसिस क्रिया में भाग लेते हैं सूक्ष्मजीवों के संक्रमण एवं हाइपरसेन्सीटिविटी (Hyper-sensitivity) में इनकी संख्या बढ़ जाती है।

ⓑ Agranulocytes : इनमें कणिका (granules) अनुपस्थित होते हैं ये दो प्रकार के होते हैं।

(i) Lymphocytes (ii) monocytes.

(i) Lymphocytes :- Lymphocytes दो प्रकार के होते हैं।

(क) B Lymphocytes (ख) T-Lymphocytes.

B-Lymphocytes : इसका नाम इसके परिपक्वन स्थल पक्षियों में bursa of fabricius से लिया गया है जबकि मनुष्य में Bone marrow में परिपक्व होता है। ये प्लाज्मा सेल में परिवर्तित होकर एंटीबॉडी का निर्माण करती है।

T-Lymphocytes :- इसका उद्गम भी B-cell की तरह अस्थि मज्जा (Bone Marrow) में उपस्थित पूर्वगामी कोशिकाओं (Precursor cells) द्वारा होता है परंतु इसका विभेदन एवं परिपक्वन थाइमस (Thymus) ग्रंथि में होता है। परंतु एंटीबॉडी का स्रावण T कोशिका द्वारा नहीं होता है परंतु ये प्रतिरक्षा अनुक्रिया (immune response) में अत्यन्त महत्वपूर्ण होते हैं।

दोनों Lymphocytes लिम्फॉइड ऊतक (Lymphoid tissue) जैसे - टॉन्सिल (tonsils), लसिका गांठ (Lymphnode), प्लीहा (Spleen), थाइमस ग्रंथि (thymus gland), थोरेसिक डक्ट (Thoracic duct) में पाये जाते हैं।

monocytes, macrophage में परिपक्व (mature) होते हैं और Phagocyte की तरह कार्य करते हैं।

III. inflammation :- शरीर के ऊतक क्षतिग्रस्त होने पर उसके चारो ओर सूजन (inflammation) होता है, सूजन के चार लक्षण होते हैं।
(i) सूजन (Swelling), दर्द (Pain), लालिमा (Redness) और ताप (heat) यह inflammation की प्रक्रिया लाभदायक होती है।
(i) inflammation हानिकारक कारकों को नष्ट करती है और उसे या उसके उत्पाद को संक्रमित स्थल से हटाती है।
(ii) यह क्षतिग्रस्त ऊतकों की क्षतिपूर्ति करती है।
inflammation की प्रक्रिया तीन चरणों में पूर्ण होती है।
Vasodilation और रक्त वाहिनी की पारगम्यता बढ़ना, Phagocytes का जमाव एवं क्षतिपूर्ति (Repair)

IV. ज्वर (Fever) :- शरीर का ताप असामान्य रूप से बढ़ना ज्वर (fever) कहलाता है। जो कि bacteria या virus के संक्रमण या बैक्टीरिया के टॉक्सिन के द्वारा होता है। सामान्यतः हाइपोथैलेमस (Hypothalamus) शरीर का तापक्रम नियंत्रित करता है जब antigen हाइपोथैलेमस को प्रभावित करता है शरीर का तापक्रम बढ़ जाता है।
जब Phagocytes gram -ve bacteria को भक्षण करता है बैक्टीरियल कोशिका भित्ती का पॉलीसैकेराइड या endotoxin मुक्त होता है जो फैगोसाइटस को Interleukin-I के उत्पादन को उत्तेजित करता है। Interleukin-I, T-lymphocytes के उत्पादन में मदद करता है साथ ही Interleukin-I हाइपोथैलेमस को Prostaglandins के उत्पादन को उत्तेजित करता है जिससे शरीर का तापक्रम बढ़ जाता है। ज्वर लंबे समय तक बना रहता है जब तक बैक्टीरियल एण्डोटॉक्सिन या Interleukin-I मुक्त नहीं होते।
उच्च तापक्रम में रक्त वाहिनी (blood vessels) संकुचित होते हैं, जैविक क्रिया की दर बढ़ जाती है और chilling होता है। साथ ही ज्वर शुक्राणुओं के वृद्धि को रोकता है।

Antimicrobial substances :- सूक्ष्मजीव के संक्रमण के पश्चात् शरीर द्वारा कुछ सूक्ष्मजीव प्रतिरोधी पदार्थ (antimicrobial substances) उत्पन्न होते हैं जैसे complements, Properdin और interferon.

(a) complement and properdins: Antigen, antibody संकुल में कुछ प्रोटीन भी पाए जाते हैं और प्रतिरक्षा क्रिया (immune response) में मदद करते हैं ये serum protein complements कहलाते हैं।

सामान्य रक्त सीरम में 10% विभिन्न प्रकार के complements पाये जाते हैं जिसे C_1, C_2, C_3 आदि कहा जाता है। ये प्रोटीन सूक्ष्मजीव के संक्रमण के विरुद्ध specific और non specific प्रतिरोधकता में मदद करते हैं।

तीन अन्य सीरम प्रोटीन Properdin, factor B और factor C, प्रोपरडिन (Properdin) कहलाता है और अल्टरनेट पाथवे (alternate pathway) में आ जाता है। यह Gram-ve bacteria के विरुद्ध प्रभावी होता है।

(b) Interferon :- विषाणु (virus) के संक्रमण के पश्चात् परन्तु उसके कुछ विशेष प्रोटीन का निर्माण करता है जिसे interferon कहते हैं। यह interferon host विशिष्टता (host specificity) प्रदर्शित करता है, अर्थात् मनुष्य द्वारा उत्पन्न interferon केवल मनुष्य में antiviral activity प्रदर्शित करेगा अन्य mammales में नहीं। मनुष्य में विभिन्न कोशिका विभिन्न प्रकार के interferon उत्पन्न करता है। मनुष्य द्वारा उत्पादित interferon तीन प्रकार का होता है।

(i) Alfa interferon (α IFN)
(ii) Beta interferon (β IFN)
(iii) Gamma interferon (γ IFN)

Immunity

* शरीर की वह अवस्था जिसमें वह बाहरी सूक्ष्मजीव या पदार्थ (substance) से लड़ता है immunity कहलाता है। जन्म के पश्चात् एक व्यक्ति या तो immunity उत्पन्न करता है या अर्जित (acquire) करता है। अतः immunity दो प्रकार की होती है।

(a) Naturally acquired immunity (b) Artificially acquired immunity

Naturally Acquired Immunity:- यह दो प्रकार का होता है

(i) naturally acquired active immunity : यह तब विकसित होता है जब कोई व्यक्ति अपने दैनिक जीवनकाल में antigen के संपर्क में आता है। इसमें antibodies और विशेष lymphocytes उत्पन्न होते हैं। कुछ रोगों के लिये प्रतिरक्षा (immunity) पूरे जीवनकाल के लिये उत्पन्न हो जाती है।

जैसे - measles, chicken pox, yellow fever.

(ii) Naturally acquired Passive immunity :- इसके अंतर्गत माता से गर्भ के दौरान शिशु में antibody का स्थानान्तरण आता है। माता से कुछ antibody प्लेसेंटा (Placenta) के द्वारा स्थानांतरित होता है। यदि माता कुछ बीमारी डिप्थेरिया (diphtheria), रुबेला (Rubella) या पोलियो (Polio) से प्रतिरक्षी हो तब नये जन्मे बच्चे में भी यह प्रतिरक्षा पायी जाती है।

Artificially acquired immunity भी दो प्रकार की होती है।

(i) Artificially acquired active immunity :- इसमें पहले से तैयार antigen को व्यक्ति में प्रवेश कराया जाता है जिससे इसमें antibody और विशेष प्रकार के लिम्फोसाइट उत्पन्न होते हैं। यह प्रक्रिया ~~वैक्सीन~~ vaccination या immunization कहलाता है।

(ii) Artificially acquired Passive immunity :- इसमें किसी व्यक्ति में immune serum को प्रवेश कराया जाता है। यदि किसी व्यक्ति को सांप काट लेता है तब सांप वेनम (Snake venome) में से immune घोड़े के antibody को प्रवेश कराया जाता है।

Types of immune system :-

immune system दो प्रकार के होते हैं :-

(a) humoral immune system (b) cell mediated immune system

(a) Humoral immune system :- इस immune system में antibody भाग लेते हैं जो कि बाह्यकोशिकीय द्रव (Extracellular fluid) में ~~घुले रहते हैं। जिसके अंतर्गत~~ Plasma, lymph, mucous secretion आते हैं। में घुले रहते हैं। Humor antibody B cell द्वारा उत्पन्न होते हैं जो कि वयस्क (adult) में अस्थिमज्जा (bone marrow) एवं भ्रूण (embryo) में यकृत (liver) में विकसित होते हैं।

B cell antibody का उत्पत्ति antigen के संपर्क में आने पर करती है।

Antigen :- एन्टीजन (Ag) ऐसे बड़े कार्बनिक अणु हैं जो विशेष एन्टीबॉडी के उत्पादन को उत्तेजित (stimulate) करते हैं और उससे ये रासायनिक रूप से जुड़ जाते हैं। antigen के द्वारा एन्टीबॉडी के उत्पादन को उत्तेजित करना antigenicity कहलाता है।

Nature of Antigen :- अधिकतर antigen, प्रोटीन,

chemical nature: न्यूक्लियोप्रोटीन, लिपोप्रोटीन, ग्लाइकोप्रोटीन या वृहद पॉलीसैकेराइड होते हैं। ये यौगिक सूक्ष्मजीव के अवयव हैं :- जैसे - कैप्सूल (capsule), कोशिका भित्ति (cell wall), फ्लेजिला (Flagella), पीलाई (Pili), बैक्टीरिया का टॉक्सिन (toxins of bacteria), और कई सूक्ष्मजीव के कोशिकीय सतह (cell surface).

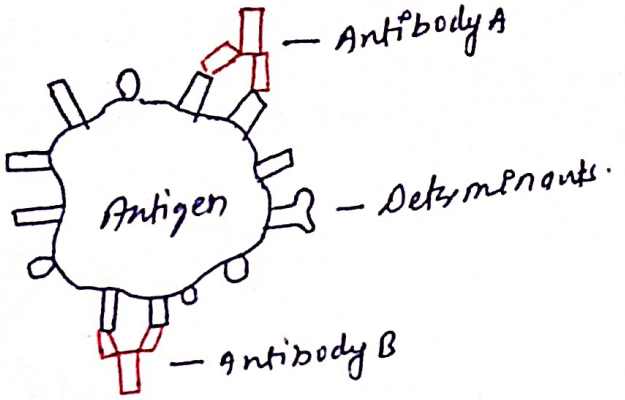
Molecular weight: अधिकांश एन्टीजन दीर्घाणु (macro-molecules) होते हैं तथा जिन पदार्थों का आण्विक भार 6000 डॉल्टन से कम होता है वे antigen नहीं होते।

इसका अणुभार सामान्यतः 1,60,000 - 9,00000 होता है।

Antigen determinants :- antigen का पूरा सतह antibody से नहीं जुड़ता, antibody antigen के विशेष स्थल की पहचान करता है और उससे जुड़ता है यह स्थल antigen determinants कहलाता है।

antigen में उपस्थित antigen determinant भिन्न भिन्न होते हैं और ये determinant भिन्न-भिन्न antibody से जुड़ते हैं

a ~~ntigen~~ antigen और antibody के मध्य अंतर्क्रिया (interaction) की प्रकृति antigen determinant के size और shape तथा और antibody की रासायनिक प्रकृति पर निर्भर करता है।



Haptens: कम अणुभार वाले antigen हैप्टन (haptens) कहलाते हैं ये इतने छोटे होते हैं कि ए-टीबॉडी के निर्माण को प्रेरित नहीं कर पाते। हैप्टन तब तक क्रियाशील नहीं होते जब तक वे किसी वाहक अणु (carrier molecules) से नहीं जुड़ जाते सामान्यतः वाहक अणु के रूप में सीरम प्रोटीन कार्य करता है।
उदा० पेनिसिलिन (Penicillin) का अणुभार केवल 350 होता है तथा यह खुद एन्टीबॉडी निर्माण को प्रेरित करने में असमर्थ होती है, परंतु यह शरीर में प्रवेश करने के पश्चात् छोटे-छोटे अणुओं में टूट जाती है जो बड़े प्रोटिन अणुओं के साथ जुड़कर संकुल (complex) का निर्माण करती है जो एन्टीबॉडी के निर्माण को प्रेरित करती है।

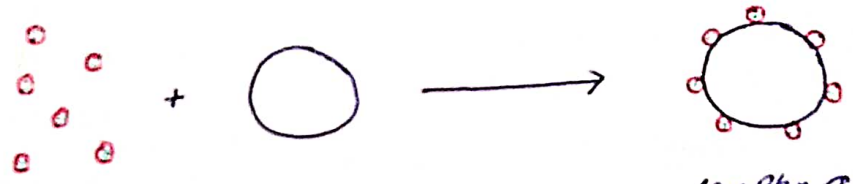


fig: Formation of Antigen

Antibody: - एन्टीबॉडी एक प्रोटिन है जो कि एक प्राणी के शरीर में एन्टीजन की प्रतिक्रिया के परिणामस्वरूप उत्पन्न होते हैं एवं असहसंयोजी (non-covalent) बंध के द्वारा का एन्टीजन से जुड़ते हैं।

सभी एन्टीबॉडीज प्रोटिन के एक विशेष संरचनात्मक ग्रुप जिसे ग्लोब्युलिन (globulins) कहते हैं, के अन्तर्गत आती है। अन्य प्रोटिन की भांति ये भी जंजीरनुमा श्रृंखलाओं से निर्मित होती हैं क्योंकि Antibodies का कार्य प्रतिरक्षण अनुक्रिया (immune response) से है, इसलिये इन्हें immuno-globulins या संक्षिप्त में Ig से ~~प्रदर्शित~~ संबोधित करते हैं।

cell and organ of immune system :-

specific और non-specific immunity शरीर में lympho-reticular system के द्वारा नियंत्रित होता है जो कि कोशिका विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का समूह है और शरीर के विभिन्न भागों में वितरित होते हैं। lymphoreticular cells के अंतर्गत reticuloendothelial cells और lymphoid cells आते हैं।

Reticuloendothelial system:- Reticuloendothelial system मुख्यतः Phagocytic cells से बना होता है जो कि microbes को नष्ट करते हैं और inflammation में भाग लेते हैं। और non specific immunity में योगदान देते हैं। ये कोशिका antigen Presentation और cytokine secretion के द्वारा specific immunity में भाग लेता है।

मुख्य Phagocytic cells के अंतर्गत -

- Polymorphonuclear leucocytes (PMNLs) जिन्हे neutrophils कहते हैं, macrophage
- Blood and tissue monocytes.

neutrophils:- इनका अल्प जीवन काल होता है।

monocytes:-

bone marrow में

Dendritic cells: यह कोशिका myeloid Progenitor से बना होते हैं। इनके सतह में झिल्ली युक्त उभार (membranous Projection) पाया जाता है। अधिकांशित dendritic cell त्वचा (skin), gastrointestinal tract. और श्वसन नली (Respiratory tract) के एपीथिलिया में पाये जाते हैं। ये लैंगरहैन्स कोशिका (langerhans cells) कहलाता है।

इसका मुख्य कार्य Protein को पकड़कर Lymph node में स्थानांतरित करता है जहाँ dendritic cell विकसित होकर antigen-presenting cell (APC) बनाते हैं।

Lymphoid system: Lymphoid organ पूरे शरीर में पाये जाते हैं और जो lymphocytes के growth और development में भाग लेते हैं। ये सभी lymphoid organ और tissue, blood vessels और lymphoitic vessels के साथ एक दूसरे से जुड़े होते हैं। जिससे lymphocytes पूरे शरीर में पहुंचते हैं।

Primary lymphoid organ

इसे central lymphoid organ भी कहा जाता है ये immune cell के synthesis और maturation में भाग लेते हैं। इसके अंतर्गत Bone marrow और Thymus आते हैं।

Bone marrow:- immune system के सभी कोशिका प्रारंभ में Bone marrow से ~~उत्पन्न होते हैं~~ hemato-poiesis की क्रिया द्वारा उत्पन्न होते हैं। Bone marrow B cell, ~~उत्पन्न करते हैं~~ natural killer cell, granulocytes और immature ~~ly~~ thymocytes उत्पन्न करते हैं साथ ही साथ RBCs और Platelates उत्पन्न होते हैं।

Thymus:- यह gland हृदय के ऊपर स्थित होता है, जो जन्म के पूर्व अपने अधिकतम आकार पर पहुंचता है और उम्र के साथ साथ इसका आकार छोटा होता जाता है human embryo के 90-100 days में immature lymphocytes, thymus में जमा होना शुरू हो जाते हैं ये cells yolk sac और fetal liver से आते हैं, बाद में Bone marrow से cell, thymus में migrate होते हैं और mature T-cell में विकसित होते हैं mature T-cell thymus से secondary lymphoid organ जैसे lymphnode, Peyer's Patches और spleen में migrate होते हैं

Peripheral lymphoid organ:- Primary lymphoid organ में lymphoid cell का Production और maturation होता है जबकि Peripheral lymphoid organ वह स्थान है जहाँ lymphocytes संग्रहित होते हैं, antigen की पहचान करते हैं और इसके विरुद्ध प्रतिक्रिया प्रदर्शित करते हैं। इसके अंतर्गत निम्न cells आते हैं।

lymph node :-

Spleens

mucosa Associated lymphoid tissue (MALT)

A

Adenoids

Appendix

Peyer's patches

L~~ymphocyte~~

Structure of Antibody:- Immunoglobulin विभिन्न प्रकार की होती है इनमें से IgG कोटि का विस्तृत रूप से अध्ययन किया गया है Ig G का आकार अंग्रेजी की Y के समान होता है जो चार पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला से मिलकर बना होता है जिसमें दो light chain और दो Heavy chain होते हैं।

एन्टीबॉडी में सामान्यतः दो साईट उपस्थित होता है जिसे antigen binding site कहते हैं।

ⓐ **Light and heavy chain:-** IgG monomer में चार पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला से निर्मित होता है जिसमें दो समान light chain और दो समान heavy chain पाया जाता है।

Light chain 220 amino acid लंबा जबकि heavy chain 440 amino acid लंबा होता है।

मनुष्य में 60% light chain kappa (k) प्रकार के और 40% chain लेम्ब्डा (λ) प्रकार के होते हैं।

जबकि Heavy chain 5 प्रकार के होते हैं।

mu (μ) - IgM में
delta (δ) - IgD में
Gamma (γ) - IgG में
epsilon (ε) - IgE में
alpha (α) - IgA में

इन heavy chain की उपस्थिती के आधार पर एन्टीबॉडी का नामकरण किया जाता है। ये light और heavy chain आपस में डाइसल्फाइड बंध (disulfide bond) के द्वारा जुड़े होते हैं।

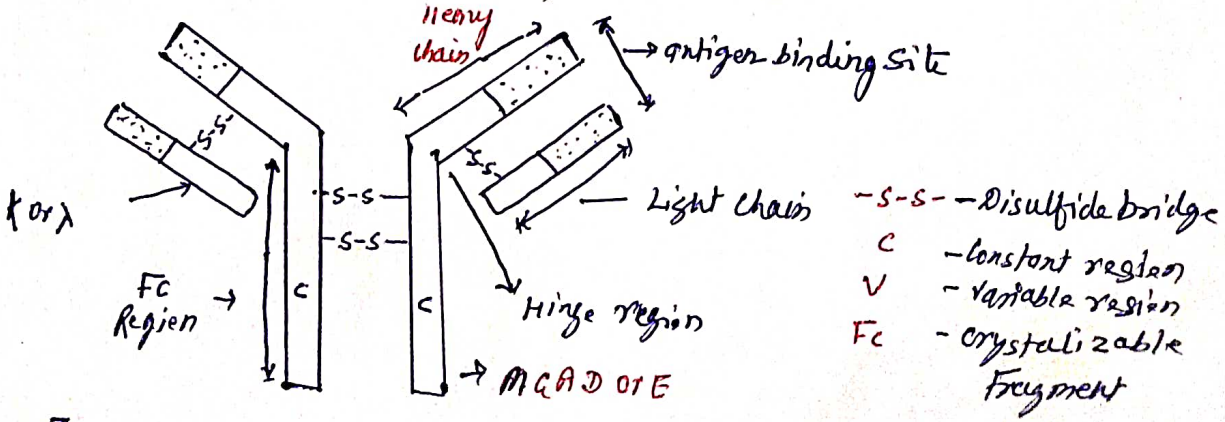


Fig. - Primary structure of a typical antibody ...

IgA:- यह blood serum में 15% होता है। यह शरीर से उत्सर्जित (secreation) जैसे लार (saliva), पसीना (sweat), कोलोस्ट्रम (colostrum) में पाया जाता है। रक्त से उत्सर्जी ऊतक तक परिवहन (Transport) में IgA प्रोटीन से जुड़े होते हैं जो कि IgA को एन्जाइम के द्वारा अपघटन से बचाता है।

IgD:- यह serum में उप० कुल antibody का 0.2% उप० होता है यह IgG से समानता प्रदर्शित करता है, ये B cell के उपरि सतह पर उपस्थित होते हैं। ये Placenta को पार नहीं कर पाते।

IgE:- इसकी सांद्रता कुल antibody का 0.002% होता है। ये IgG अणु से कुछ बड़े होते हैं, ये receptors (mast cell और Basophiles) से तीव्रता से बंध जाते हैं और जो एलर्जी प्रतिक्रिया में भाग लेते हैं। एलर्जी युक्त व्यक्ति में IgE की सांद्रता बहुत अधिक पायी जाती है।

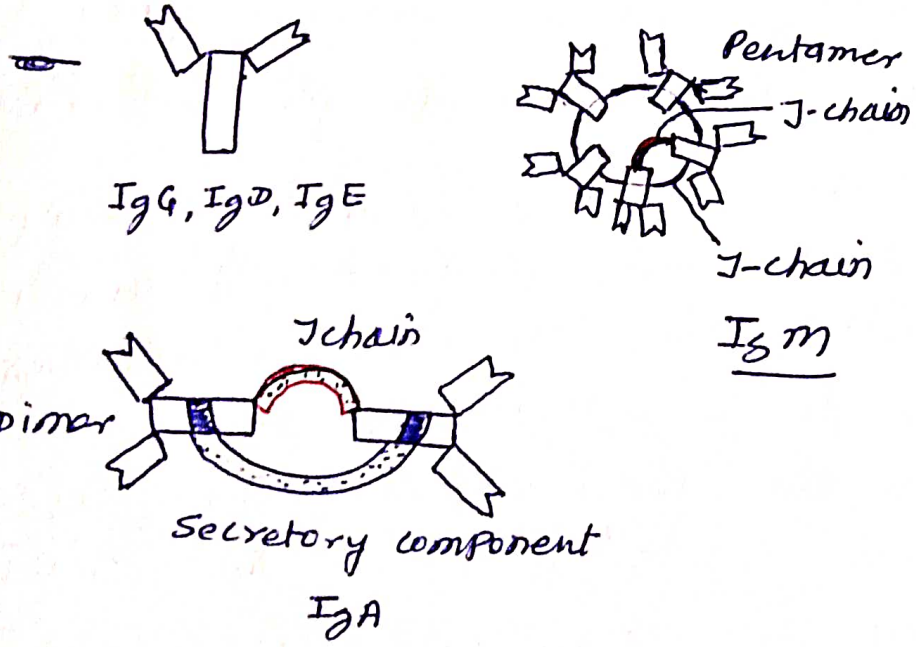


Fig: structure of immunoglobulin

(b) Variable region :- heavy और light chain दोनों के सिरे (end) के
Various (100-110 amino acids) प्रकृति में variable होते हैं। क्यों कि इनमें amino acid के क्रम में परिवर्तन होता है। अतः इस end को V-region कहते हैं। अतः दो V-region (एक heavy chain का एवं एक light chain का) एक antigen binding site का निर्माण करते हैं। एक antibody में ऐसे दो site उपस्थित होते हैं।

(c) constant region :- Y shaped antibody का निचला भाग constant region (C) कहलाता है। इस heavy और light chain के इस भाग के amino acid का क्रम स्थायी होता है। Y shaped monomer का stem FC (crystallizable fragment) region कहलाता है। Antibody अणु अपने होस्ट से इस क्षेत्र (region) के द्वारा जुड़ता है।

Types of immunoglobulin :- Ig अणु के 5 class होते हैं। और प्रत्येक antibody अलग प्रतिरक्षा क्रिया प्रदर्शित करता है।

(a) IgG :- यह serum में उप० कुल antibody का 50-80% भाग होता है। यह antibody माता के गर्भ के दौरान प्लेसेन्टा (placenta) को पार कर जाता है और foetus को प्रतिरक्षा प्रदान करता है। यह रक्त वाहिकाओं को भी पार कर जाता है और ऊतकीय द्रव (Tissue fluid) में प्रवेश करता है।
यह बैक्टीरिया और वाइरस से जुड़ता है साथ ही साथ उनके द्वारा उत्पन्न टॉक्सिन (toxins) को निष्क्रिय करता है।
antigen से जुड़ने के बाद IgG अणु फैगोसाइटिक सेल के प्रभाव को बढ़ाता है।

(b) IgM : यह serum में 5-10% उपस्थित होता है। इसकी पेन्टामर (Pentamer) संरचना होती है। जब antigen प्रवेश करता है तब सर्वप्रथम IgM अणु दिखाई देते हैं। ये Particulate antigen से cross linking करते हैं और उनको एकत्रित (aggregate) कर देते हैं। इसका जीवनकाल कम होता है अतः इसे बीमारी की पहचान में इस्तेमाल लाया जा सकता है।
बीमार व्यक्ति के Blood में IgM की मात्रा अधिक होने पर यह प्रदर्शित करता है कि वह रोगकारक के द्वारा हुआ है।

Antigen - Antibody Reactions :- एन्टीबॉडी किसी जीव में एन्टीजन के प्रतिक्रिया के परिणामस्वरूप उत्पन्न होते हैं, जो एन्टीजन से एक रासायनिक बंध के द्वारा जुड़ते हैं। antigen और एन्टीबॉडी के मध्य अंसहसंयोजी बंध (non-covalent) bond जैसे hydrogen bond, Ionic bond, हाइड्रोफोबिक अन्तर्क्रिया और वाण्डरवालस बंध निर्मित होते हैं। इस अंतर्क्रिया की शक्ति बनने वाले बंध की संख्या पर निर्भर करती है। एन्टीजन एवं एन्टीबॉडी के मध्य अन्तर्क्रिया को सीरोलॉजी (Serology) के अंतर्गत अध्ययन किया जाता है। सीरोलॉजीकल परीक्षण (Serological test) के द्वारा रक्त में उपस्थित कई प्रकार की असामान्यता (abnormalities) की पहचान की जा सकती है।

- Antigen-Antibody reaction निम्न प्रकार की होती है।

(I) Precipitation Reaction :- घुलित एन्टीजन (soluble antigen) का IgG या IgM से क्रिया के द्वारा लैटिस (lattices) का निर्माण होना Precipitation reaction कहलाता है। antibody के द्वारा निर्मित अवक्षेप (Precipitates) Precipitins कहलाता है।

- जब एन्टीजन और एन्टीबॉडी उचित अनुपात में होते हैं तब सामान्यतः Precipitation reaction होता है परंतु जब इनमें से किसी की सांद्रता अधिक होती है तो दृश्य (visible) Precipitate निर्मित नहीं होता

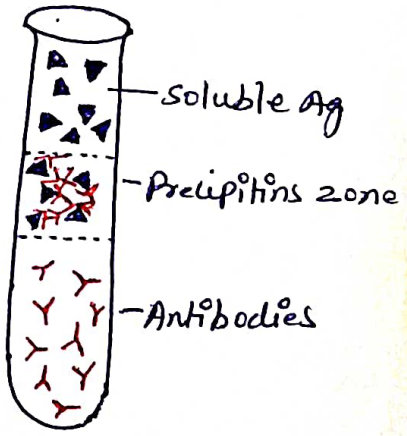


Fig: The Precipitation ring Test

(II) Immuno diffusion Test :- यह परीक्षण agar gel में कराया जाता है। इसके लिये जेल में गड्ढे (well) बनाये जाते हैं। और इसमें एन्टीसीरम (anti serum) डाला जाता है। और इसके चारो ओर के गड्ढे में test एन्टीजन डाला जाता है। विसरण की क्रिया द्वारा जहाँ उचित एन्टीजन और घुलित (soluble) एन्टीबॉडी मिलते हैं, Precipitine line दिखाई देती है। इस परीक्षण के द्वारा सीरम में उपस्थित एन्टीबॉडी की जानकारी ज्ञात की जा सकती है।

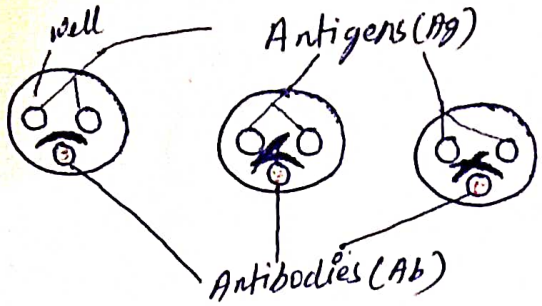


Fig: immunodiffusion test

(iii) Counter current immuno electrophoresis test :- इसमें gel में diffusion के साथ-साथ उनके तीव्र गति के लिये इलेक्ट्रोफोरेसिस भी कराया जाता है। इस विधि के द्वारा प्रोटिन को कुछ घन्टों में पृथक कर लिया जाता है।
इसमें जेल में गड्ढे बनाये जाते हैं और एक गड्ढे में एन्टीजन जबकि दूसरे गड्ढे में एन्टीबॉडी डाला जाता है, अब किसी उपयुक्त बफर की उपस्थिती में नियत pH पर निश्चित मात्रा में विद्युत प्रवाहित की जाती है।
कुछ एन्टीजन और एन्टीबॉडी में विपरीत आवेश होते हैं। अतः इलेक्ट्रिक क्षेत्र के प्रभाव में एन्टीजन और एन्टीबॉडी में तीव्र गति होती है और जहाँ वे मिलते हैं Precipitation line निर्मित होता है।

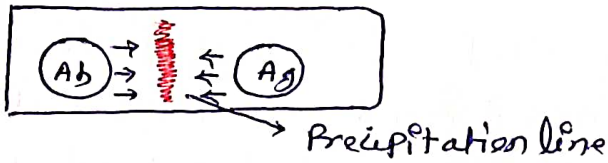


Fig: Counter immuno electrophoresis.

(iv) Agglutination Reaction:- इस क्रिया में Particulate antigen और एन्टीबॉडी के मध्य क्रिया होती है और लैटिस का निर्माण होता है। यह क्रिया बहुत ही संवेदी होती है और कईप्रकारों में उपलब्ध है।

इसमें कोशिकीय एन्टीजन जैसे RBCs, bacteria और fungi के विरुद्ध एन्टीबॉडी की पहचान की जाती है। यह परीक्षण प्लास्टिक माइक्रोटाइटर प्लेट (Plastic microtiter plate) में पूर्ण की जाती है, जिसमें कई गड्ढे उपस्थित होते हैं। इसमें प्रत्येक गड्ढे में समान मात्रा में एन्टीजन लिया जाता है, जबकि एन्टीबॉडी की मात्रा को तनुकृत किया जाता है जिससे कि अगले गड्ढे में अपने पहले गड्ढे की तुलना में एन्टीबॉडी की सांद्रता आधी हो
पॉजीटिव रियेक्शन (Positive reaction) में agglutination की क्रिया होती है। जबकि नेगेटिव रियेक्शन में agglutination की क्रिया नहीं होती क्योंकि क्रिया के लिये पर्याप्त एन्टीबॉडी उपस्थित नहीं होते हैं।

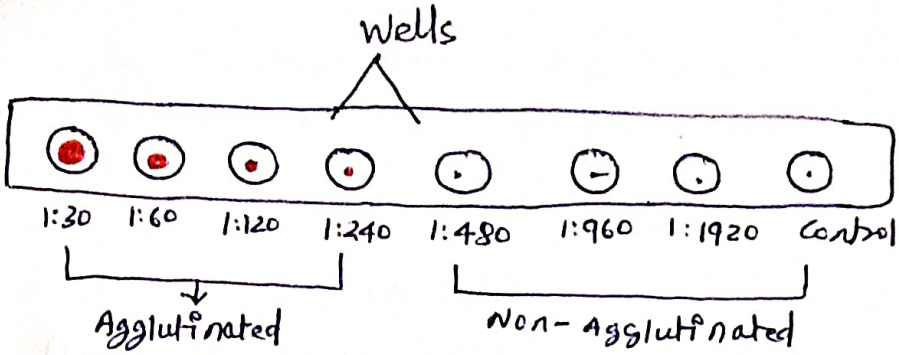


Fig: Direct agglutination test

(v) Opsonization:- ऑप्सोनाइजेसन वह प्रक्रिया है जिसमें कुछ एन्टीबॉडी या कम्प्लीमेंट (complement) जैसे (C3-C5 complex) का बाह्य पदार्थ (foreign material) के सतह में अधिशोषण (adsorption) होता है जिसके परिणामस्वरूप फैगोसाइटोसिस (Phagocytosis) की क्रिया उत्तेजित हो जाती है। complement T-cell को उत्तेजित कर देता है जिससे cell mediated immunity की क्रिया उत्तेजित होती है और leaukocytes (WBCs) से हिस्टामिन (histamine) मुक्त होते हैं और प्रतिरक्षा क्रिया उत्तेजित हो जाती है।

(vi) Complement fixation Test:- 20 या अधिक सीरम प्रोटिन का समूह complement कहलाता है, क्रिया के दौरान Antigen-antibody complex से complement जुड़ जाते हैं और fix हो जाते हैं। complement fixation की इस प्रक्रिया का इस्तेमाल बहुत कम मात्रा के antibody की गणना के लिये किया जाता है। जो कि Precipitation या agglutination reaction नहीं देते हैं।

इस विधि का इस्तेमाल leptospirosis, mycoplasmal pneumonia, Q fever, Polio, rubella और streptococcal infection की पहचान के लिये किया जाता है।

परीक्षण के लिये Patient's serum, test antigen, complement (from guinea pig) और sheep के RBCs के antibody की आवश्यकता होती है। परीक्षण निम्न दो पदों में किया जाता है।

(a) Stage-I :- सर्वप्रथम Patient's serum को 56°C for 30 min तक गर्म किया जाता है जिससे कि complement inactive हो जाये। अब गर्म सीरम को ठंडा किया जाता है और विशिष्ट एन्टीजन और कम्प्लीमेंट की ज्ञात मात्रा डाली जाती है। अब इस मिश्रण को पुनः 30 min तक incubate किया जाता है।

Stage-II - इस पद में antigen और antibody की क्रिया के द्वारा fix complement की गणना की जाती है। इसमें sheep RBCs जिसके सतह पर विशिष्ट एन्टीबॉडी हो इस्तेमाल में लायी जाती है।

- यदि complement प्रथम पद में fix नहीं होता तब sheep RBCs का haemolysis हो जाता है और रंग परिवर्तित हो जाती है।
- यदि रंग परिवर्तित नहीं होता तब यह प्रदर्शित होता है कि complement antigen - antibody के द्वारा fix हो जाते है। ~~अर्थात्~~

अर्थात् Patient को streptococci का infection है।

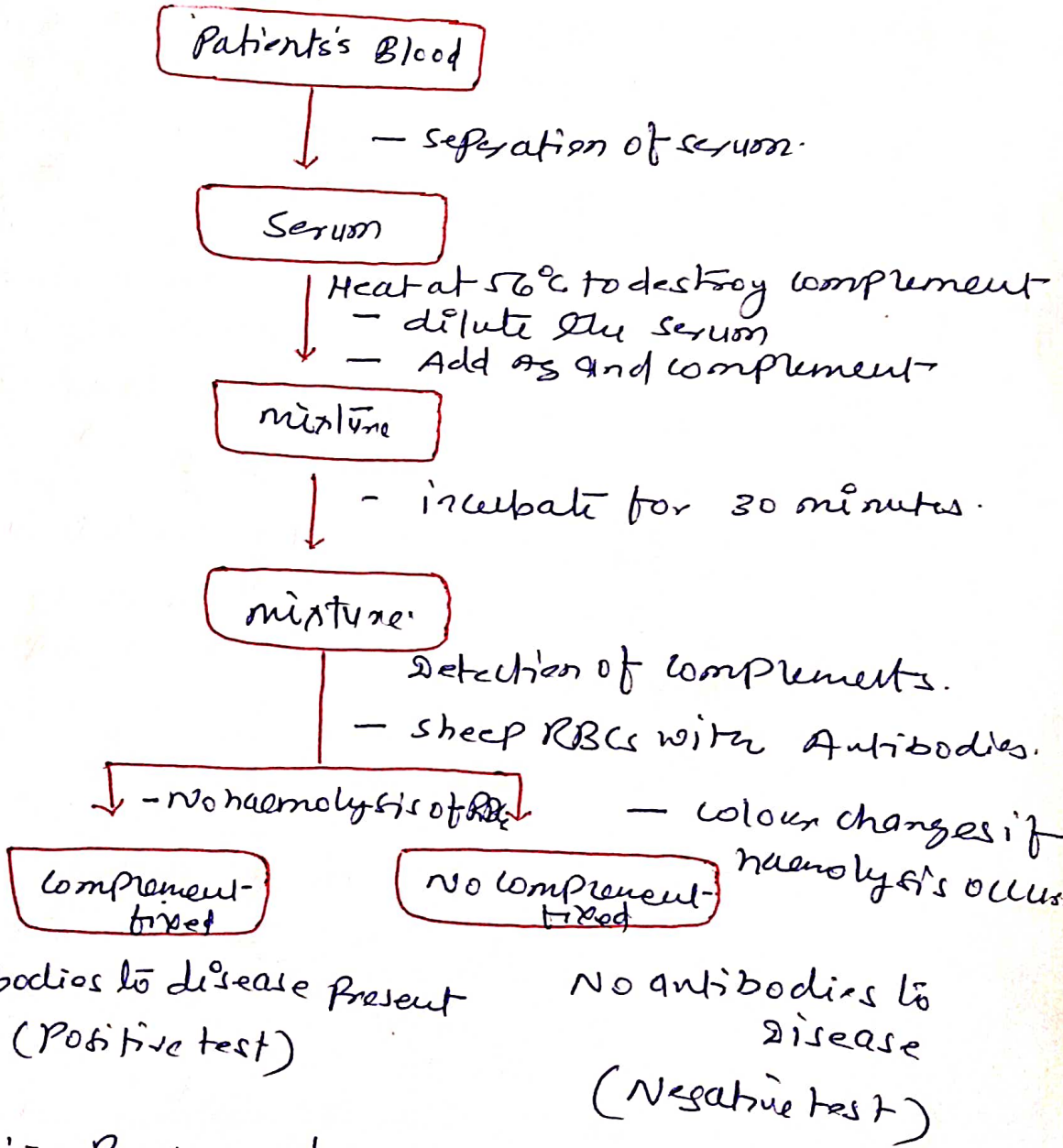


Fig:- Process of complement-fixation Test

(vii) Radio-immunoassay (RIA) :- यह बहुत ही संवेदी विधि है, जो कि antigen और antibody की बहुत कम सांद्रता (i.e. 0.001 µg/ml) की गणना कर सकता है। सर्वप्रथम 1960 में S.A Berson और R. Yalow ने यह विधि विकसित की RIA का दो method है। (a) Liquid phase RIA (b) Solid Phase RIA.

Liquid Phase RIA, radio-labelled antigen और unlabelled Ag के competative binding पर आधारित है।

इसमें ^{125}I से labelled antigen को एन्टीबॉडी के उस सांद्रता के साथ मिश्रित किया जाता है जो antibody को ठीक संतृप्त करे। अब अज्ञात सांद्रता के unlabelled antigen को बढ़ते सांद्रता के साथ डाला जाता है, अब दोनों प्रकार के antigen के मध्य antibody के नियत स्थान में बंध बनाने के लिये competition होता है। unlabelled Ag के सांद्रता बढ़ाने के साथ-साथ labelled Ag, antibody के बंध स्थान से मुक्त हो जाते हैं और विलयन में पहुंचते हैं, अब labelled Ag की विलयन में मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। जिससे unlabelled antigen की सांद्रता ज्ञात कर ली जाती है।

जबकि Solid Phase RIA में Antigen या antibody को solid phase matrix में immobilized कर लिया जाता है। यह विधि liquid Phase RIA से सुविधाजनक है।

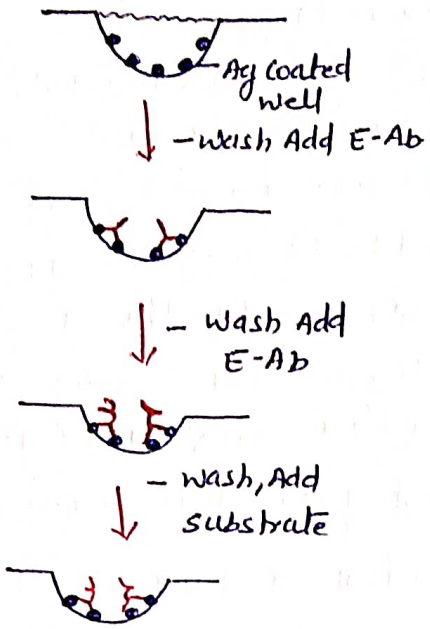
Enzyme linked Immunosorbent Assay (ELISA)

ELISA का सिद्धांत RIA के समान है परन्तु भिन्नता यह है कि RIA में radiolabelled antigen इस्तेमाल में लाया जाता है जबकि ELISA में enzyme इस्तेमाल में लाया जाता है जो रंगहीन क्रियाधारक (substrate) से क्रिया कर रंग उत्पन्न करता है। इसमें इस्तेमाल में लाये जाने वाले enzyme के अंतर्गत alkaline phosphatase, horse radish peroxidase, और p-nitrophenyl phosphatase आदि आते हैं। RIA की तुलना में यह विधि अधिक सस्ती एवं सुरक्षित है। इस विधि में कई गड्ढे (wells) युक्त micro-titer plate इस्तेमाल में लाया जाता है। यह विधि AIDS antibody के पहचान में बहुत उपयोगी है। ELISA की दो विधि इस्तेमाल में लायी जाती है।

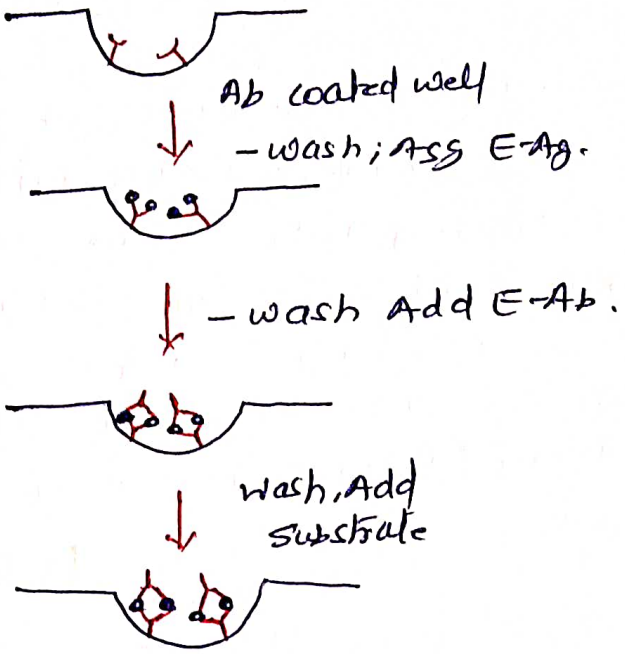
(a) Indirect ELISA :- इसका प्रयोग antibody का पता लगाने में किया जाता है। antigen के ज्ञात सांद्रता को microtiter plate के गड्ढों (wells) के सतह पर लेप (coat) किया जाता है। अब इस antigen के विरुद्ध रोगी के रक्त में उपस्थित antibody को ज्ञात करने के लिये रोगी के blood सीरम को इस antigen में डाला जाता है। यदि रोगी के सीरम में antibody उपस्थित हो तब यह absorbed antigen के साथ बंध बनाता है। incubation के पश्चात् गड्ढे को धोया जाता है और antihuman gamma globulin (Anti-Hgg) से labelled, enzyme को गड्ढों (wells) में डाला जाता है। Anti-Hgg, antigen-antibody complex से क्रिया कर लेता है। अब गड्ढे के मिश्रण को धोया जाता है जिससे unbound labelled anti-Hgg अलग हो जाते हैं। अब अंत में उचित substrate डाला जाता है जो कि enzyme के द्वारा hydrolysed होकर रंग उत्पन्न करता है। serum में उपस्थित antibody की मात्रा उत्पन्न होने वाले रंग की तीव्रता को निर्धारित करती है।

यह विधि HIV, salmonella, Yersinia, Brucella, Treponema और Streptococci के antibody के पहचान में उपयोग में लायी जाती है।

(A) Indirect ELISA



(B) Sandwich ELISA —



(b) Double Antibody sandwich ~~ELISA~~ ELISA :- इस विधि के द्वारा antigen की पहचान की जाती है। इसमें antibody (antiserum) को micro-titre plate के wells की सतह में immobilized किया जाता है। test antigen को well में डाला जाता है और क्रिया करायी जाती है। incubation के बाद antigen antibody से जुड़ जाता है। अब enzyme linked इसका antibody (e.g. alkaline phosphatase tagged to antibody) डाला जाता है जो बंधित antigen से बंध जाता है और इसे पुनः कुछ second के लिये incubate किया जाता है Enzyme labelled antibody antigen-antibody complex से क्रिया करता है और sandwich का निर्माण करता है। अब विलयन से unbound labelled enzyme को पृथक करने के लिये well को wash किया जाता है। अब nitrophenyl phosphate विलयन में डाला जाता है जो enzyme से क्रिया कर yellow colour देता है। रंग में परिवर्तन antigen की उपस्थिति प्रदर्शित करता है।

इस method का इस्तेमाल vibrio cholerae, E. coli के toxins staphylococcus enterotoxins A और rotavirus के antigen की पहचान के लिये इस्तेमाल में लायी जाती है।

एन्टीजन- एण्टीबॉडी क्रिया (Antigen-Antibody-Reaction)

antigen और antibody के मध्य क्रिया का अध्ययन सीरोलॉजी (Serology) के अंतर्गत किया जाता है। सीरोलॉजी सीरम में उपस्थित एण्टीबॉडी की प्रकृति एवं व्यवहार का अध्ययन है। सीरोलॉजीकल परीक्षण के द्वारा रक्त में उपस्थित विभिन्न प्रकार के विषमता (abnormality) का अध्ययन किया जाता है।

* एन्टीजन और एण्टीबॉडी के मध्य क्रिया उनके मध्य बनने वाले असहसंयोजक बंध (non-covalent interaction) जैसे - हाइड्रोजन बंध, आयनिक बंध, जल विरागी बंध (Hydrophobic interaction), और वाण्डरवाल बंध पर निर्भर करता है।

* कुछ एन्टीजन -एण्टीबॉडी क्रियाएँ निम्न हैं:

(1) अवक्षेपण क्रिया (Precipitation Reaction): घुलित एण्टीजन (Soluble antigen) और antibody IgG और Igm के मध्य क्रिया अवक्षेपण क्रिया (Precipitation Reaction) कहलाता है।
जब Antigen और Antibody ~~नियमित~~ उचित अनुपात में मिलते हैं तब अवक्षेपण क्रिया होती है। और लैटिस (Lattice) का निर्माण होता है।

* मात्रात्मक अवक्षेपण क्रिया Test tube में किया जाता है।

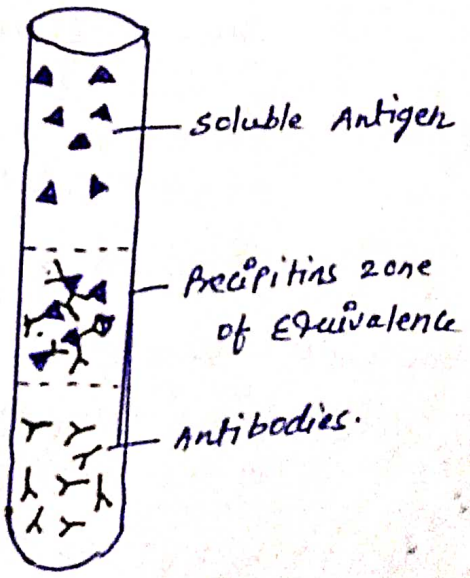


Fig → Precipitation Ring Test

(II) Immunodiffusion

(II) इम्यूनोडिफ्यूजन परीक्षण (Immunodiffusion Test)

→ इम्यूनोडिफ्यूजन परीक्षण अगार माध्यम में किया जाता है। इस विधि में एक टेस्ट गड्ढा (Wells) बनाया जाता है, और उसमें Antibody युक्त एन्टीसीरा डाला जाता है। अब उसके चारो ओर के गड्ढे (Wells) में घुलित एन्टीजन (Soluble test antigen) डाला जाता है। जब विसरण की क्रिया के दौरान उचित अनुपात में एन्टीजन और एन्टीबॉडी मिलते है तब अवक्षेपण लाईन (Precipitation Line) बनता है। अतः इस परीक्षण के द्वारा एक समय में सीरम में ~~उपस्थित~~ एक से अधिक एन्टीजन के विरुद्ध उपस्थित एन्टीबॉडी को ज्ञात किया जा सकता है।

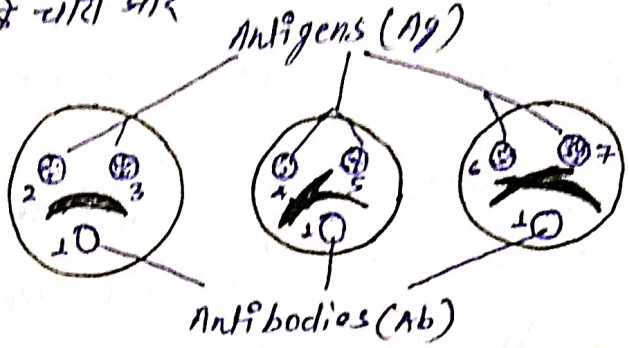


Fig - Immunodiffusion Test

(III) काउन्टर इम्यूनोइलेक्ट्रोफोरेसिस परीक्षण (Counter Immunoelectrophoresis)

* यह इम्यूनोडिफ्यूजन परीक्षण की तरह है। परंतु इसमें तेज विसरण के लिये इलेक्ट्रोफोरेसिस का इस्तेमाल भी किया जाता है। इस विधि के द्वारा प्रोटिन को कुछ ही घण्टो में अलग किया जा सकता है। इस विधि का इस्तेमाल विभिन्न रोगों की पहचान करने में किया जाता है। यह इस सिद्धांत पर कार्य करता है कि जब विशिष्ट PH के buffer में इलेक्ट्रिक धारा प्रवाहित किया जाता है तब Antigen और Antibody विपरित ध्रुव में गति करने लगते है। और जब इनके मध्य क्रिया होती है तब अवक्षेपण लाईन (Precipitation line) दिखायी देती है।

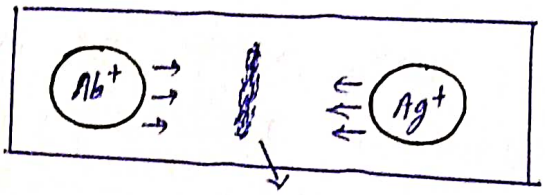


Fig: Counter electrophoresis (CIE)

Mechanism of Humoral Immunity

Humoral immunity की क्रियाविधि, antigen के B cell के साथ क्रिया से शुरू होती है, तत्पश्चात antibody का उत्पादन शुरू होता है और antigen - Antibody में binding होती है।

(a) Interaction of antigen with B-cell :- stem cell से B cell के उत्पादन के पश्चात ये lymphoid organ में migrate होते हैं। जब antigen receptor के संपर्क में B cell आते हैं, तब B cell - antibody producing cells में परिवर्तित हो जाता है अब यह कई stage जैसे lymphoid stem cell, Progenitor B cell, Pre B cell, immature B cell, mature B-cell, activated B cell, plasma cell और memory cell में परिवर्तन से गुजरता है, Plasma cell विभेदित होकर clones बनाता है। कुछ progeny कोशिका antibody producing cell i.e. Plasma में परिवर्तित होता है। Plasma cell antibody उत्पन्न करता है। जबकि कुछ B-cells, memory cells की तरह कार्य करते हैं। प्रत्येक Plasma cell लगभग 2,000 antibody / second उत्पन्न करता है। परन्तु वे कुछ दिन ही जीवित रहते हैं।

(b) Production of antibodies :- antibody का उत्पादन T-antigen पर या तो निर्भर करता है या नहीं करता

antibody production against T-dependent antigens :-

B cells द्वारा antibody का production, T cell और macrophages से सहभागिता प्रदर्शित करता है। उदा० के लिये B cell, T-dependent antigens के सहभागिता से antibody उत्पन्न करता है। T-dependent antigen, bacteria, कुछ protein, RBC से निर्मित होता है। macrophages और dendritic cell महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

T-dependent antigen के विरुद्ध antibody के उत्पादन में B cell को antigen presenting cell (APC) और विशेष helper T-cell की आवश्यकता होती है।

यह प्रक्रिया निम्न चरणों में पूरी होती है :-

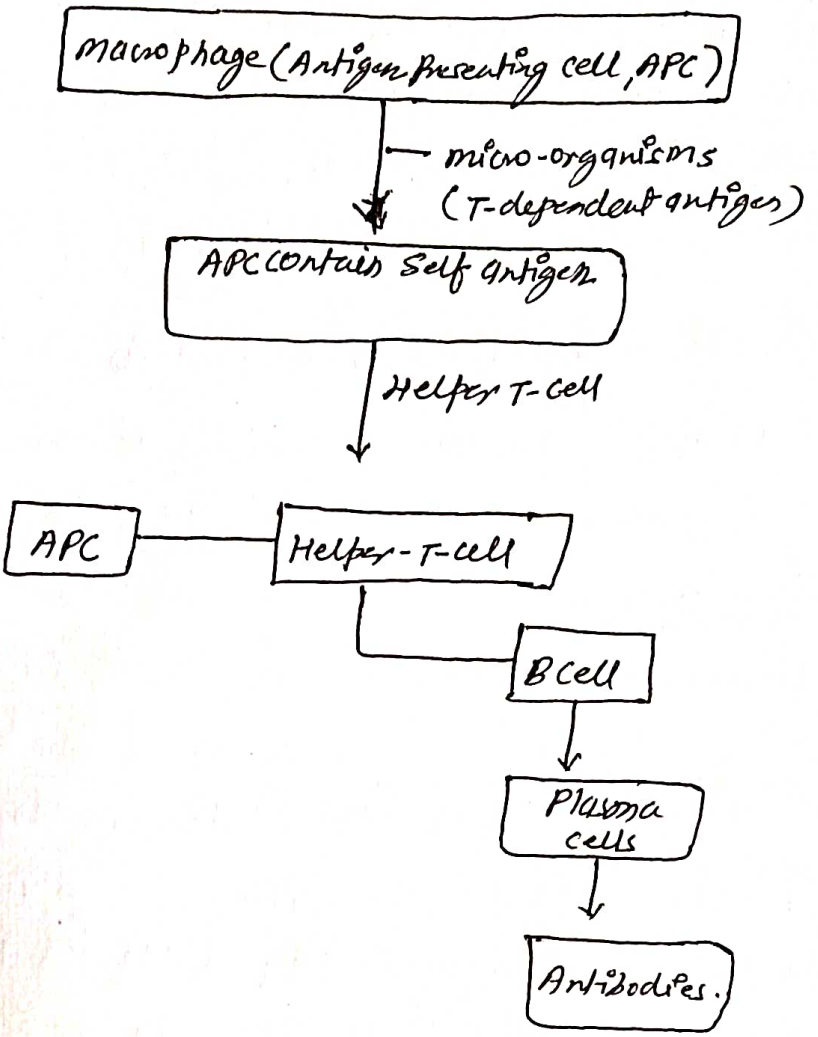


Fig: Activation of B-cells By the helper T-cells to secreate antibodies against T-dependent antigens.

APC T-dependent antigen से पकड़ता है और इसे आंशिक रूप से digest कर देता है। APC सामान्यतः antigen के polypeptide fragment को ग्रहण करता है और इसे cell surface के ऊपर लाता है।

विशेष T-cell जिसे helper T-cell के नाम से जाना जाता है APC से पकड़ता है, antigen fragment और कुछ self antigen, helper T-cell द्वारा पहचाना जाता है और इसे APC के surface में लाता है, self antigens ~~सामान्यतः~~ कोशिका के सतह के प्रोटिन होते है जो MHC के component होते हैं। वे self antigen की तरह कार्य करते हैं, जिसके द्वारा immune system self और non-self की पहचान करता है।

Antibody Production against T-independent antigen:-

T- independent antigen, T-cell के हस्तक्षेप के बिना भी B cell की प्रतिक्रिया को उत्तेजित करता है। T- independent antigen, Polysaccharide या Protein का repeating subunit धारण करता है। उदा॰ bacterial flagella और Gram -ve bacteria का lipopolysaccharide स्तर इस antigen के द्वारा B-cell के साथ multiple bond का निर्माण होता है। लेकिन इस antigen का immune response T-dependent antigen से कमजोर होता है। ये B cell से बंध जाते हैं जो Igm antibody उत्पन्न होता है।

© Antigen -antibody binding :- विशेष antibody, विशेष antigen की पहचान करता है जो कि antibody की ~~संरचना~~ आकृति पर निर्भर करता है। ~~जोकि~~ antibody में antigen binding site उपस्थित होता है, जिससे वह antibody से जुड़ता है और यह complex antigen-antibody complex कहलाता है। जो कि host को कई तरह जैसे toxins को neutralize करता है, Virus को निष्क्रिय करता है।

Genetic engineering.

Genetic engineering वह विधि है जिसमें DNA अणु को दो अलग-अलग स्थानों से अलग किया जाता है, तत्पश्चात इनकी जगह नए खण्डों को जोड़ दिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त DNA को रिकाम्बिनेंट DNA (Recombinant DNA) कहा जाता है, और इस तकनीक को जेनेटिक इंजीनियरिंग कहते हैं। अब उचित वेक्टर (vector) की सहायता से इस Gene को नये कोशिका (cell) में प्रवेश कराया जाता है। यह स्थानांतरित जीन सामान्य रूप से विगुणन (Replication) करता है, और अगली पीढ़ी में अपने गुणों को ले जाता है। इस प्रक्रिया के द्वारा एक ही कोशिका (cell) की कई प्रतियाँ (replica) प्राप्त होती है, जिसमें एक प्रकार के जीन होते हैं। इस प्रक्रिया को gene cloning कहते हैं।

Steps involve in genetic engineering Technology

Genetic engineering की प्रक्रिया निम्न पदों में संपन्न होती है।

(A) जीव से ज्ञात कार्य वाले DNA को अलग करना। (isolation of desired gen
(B) DNA का enzyme की सहायता से कटिंग (cleavage) करना
एवं (B) DNA अणु को वेक्टर डी.एन.ए से जोड़ना (Recombinant DNA तैयार करना)
(C) होस्ट कोशिका में ट्रान्सफार्मेशन (Transformation in host cell)
(D) ट्रान्सफार्म कोशिका (Transformed cell) की पहचान करना
(E) रिकाम्बिनेंट डीएनए (rDNA) का एम्प्लीफीकेशन करना।
(F) कोशिका का गुणन (cell multiplication).

(A) जीव से ज्ञात कार्य वाले DNA को अलग करना: (isolation of desired gen)
यह प्रक्रिया कई विधि से की जाती है।

(i) cDNA library
(ii) Genomic library
(iii) Chemical synthesis
(iv) Polymerase Chain reaction (PCR).

C-DNA library → mRNA, DNA का प्रतिलिपी होता है, जो कि उचित परिस्थिती में अभिव्यक्त होता है। mRNA सीधा clone नहीं किया जा सकता क्योंकि वे अस्थिर (unstable) होते हैं, अतः mRNA को C-DNA में परिवर्तित किया जाता है। C-DNA से तैयार DNA के प्रतिलिपि को C-DNA library कहा जाता है।

C-DNA library mRNA के इस्तेमाल से तैयार किया जाता है।

mRNA के 3' सिरे में 100 nucleotide लंबा (Poly A) tail पाया जाता है।

* C-DNA library की प्रक्रिया में mRNA oligodT cellulose Affinity column से गुजारा जाता है, Poly (A), (T) से जुड़ता है। oligodT Primer प्रदान करता है

* Reverse Transcriptase मुक्त 3'end को इस्तेमाल करता है और ~~single strand~~ dCTP, dGTP, dATP और dTTP की उपस्थिति में एकल श्रृंखला युक्त DNA (single stranded DNA) संश्लेषित करता है। जिसके परिणाम स्वरुप mRNA, cDNA, hybrid निर्मित होती है, ~~अतः~~ CDNA के 3' सिरे में hair Pin loop. निर्मित हो जाता है। अब क्षार (alkali) की क्रिया के द्वारा mRNA - cDNA hybrid के mRNA को ~~पचन (Di~~ हाइड्रोलिसिस (hydrolysis) कर लिया जाता है।

* अगले पद में double stranded DNA के संश्लेषण में single strand DNA templet की तरह कार्य करता है, Polymerase-I, और अन्य 4 nucleotide dATP, dGTP, dCTP, dTTP की उपस्थिती में double stranded DNA का संश्लेषण होता है। chain elongation में hairPin loop. ~~का~~ Primer की तरह कार्य करता है।

* loop को कट करने के लिये S1 nuclease ensyme इस्तेमाल में लाया जाता है।

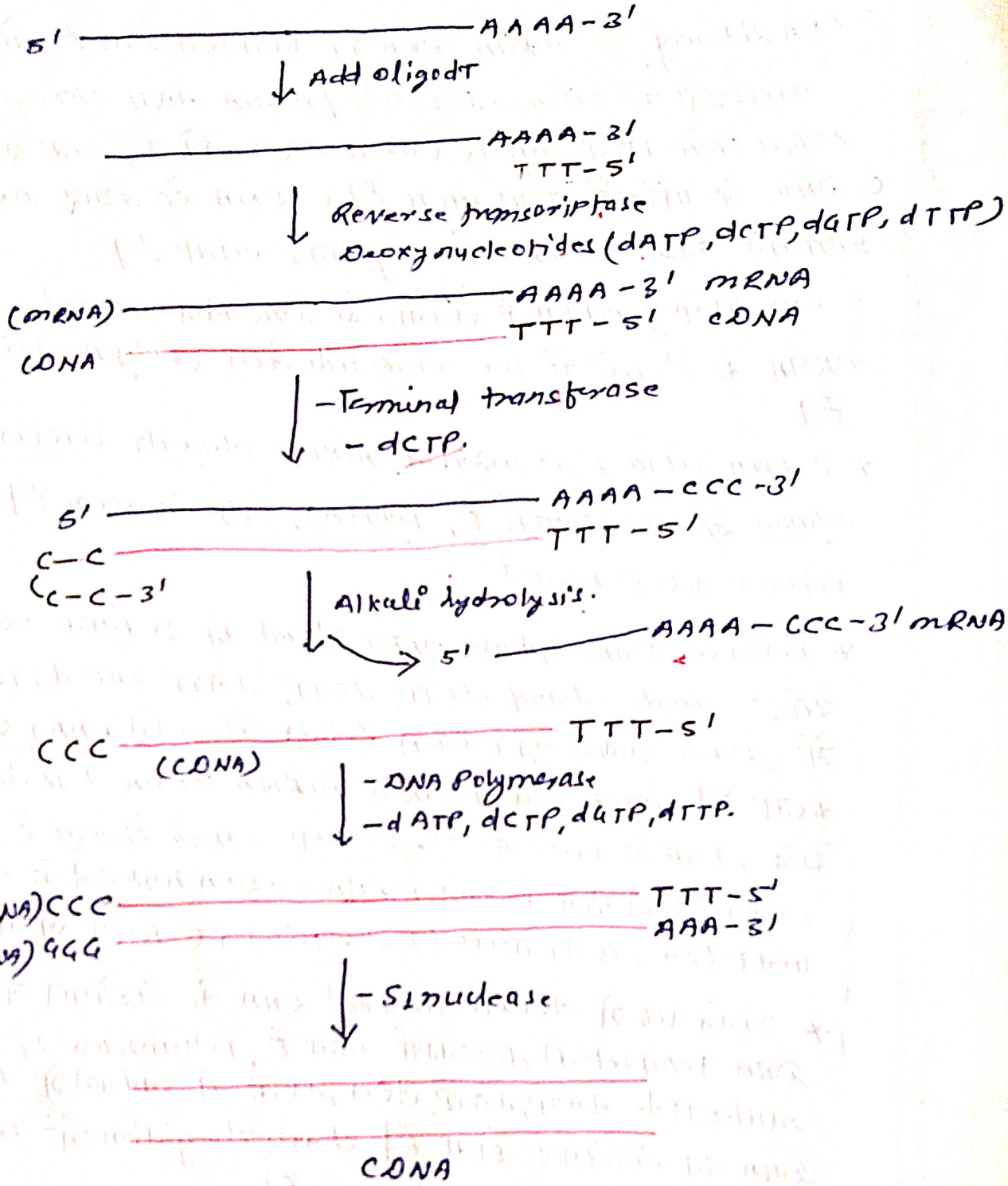


Fig: synthesis of cDNA by using mRNA

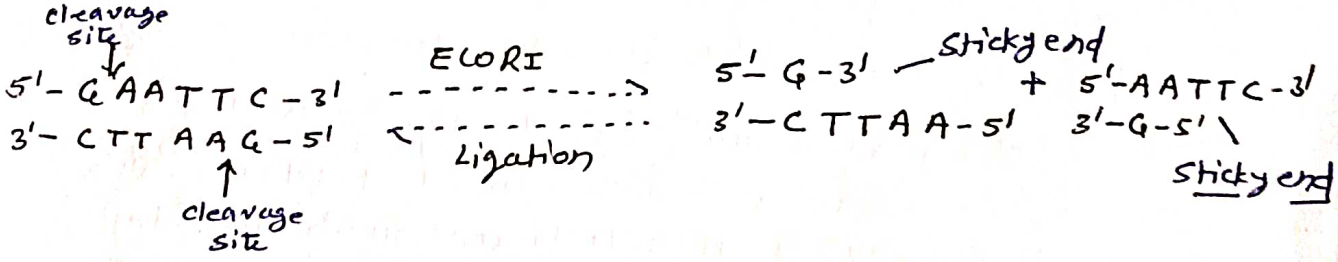
(B) DNA का enzyme की सहायता से cutting करना : प्राप्त DNA के एक निश्चित भाग को host कोशिका में प्रवेश कराया जाता है, वह DNA fragment जिसे host cell में प्रवेश कराया जाता है insert DNA, desired DNA, target DNA या foreign DNA कहलाता है।

* Desired DNA को प्राप्त करने के लिये कोशिकीय DNA (cellular DNA) को Restriction enzyme से उपचारित किया जाता है। यह Restriction enzyme DNA को उचित स्थान से तोड़ता है जिससे विभिन्न आकार के DNA टुकड़े प्राप्त होते हैं।

* Restriction enzyme DNA में दो प्रकार का कटाव (cleavage) उत्पन्न करता है।

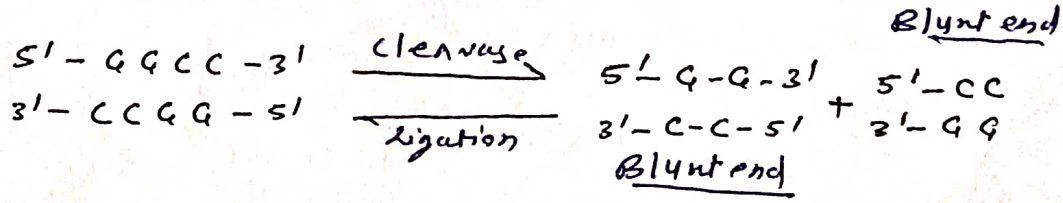
(a) sticky end cut : इस प्रकार में Restriction enzyme, ~~DNA~~ double stranded DNA के प्रत्येक strand को अलग अलग स्थान से कटाव करता है जिससे एक नुकिला सिरा (sticky end) बन जाता है।

उदा० ECO-RI



(b) Blunt end cut :- इस प्रकार में Restriction enzyme, double strand DNA के प्रत्येक strand को आमने सामने से काटता है जिससे घाटविहिन सिरा (blunt end) निर्मित होता है।

उदा० Hae III



ii) DNA अणु को vector DNA से जोड़ना :-

जिस restriction enzyme के द्वारा DNA अणु को उपचारित किया गया था उसी Restriction enzyme के द्वारा क्लोनिंग वेक्टर (cloning vector) को उपचारित किया जाता है। जिससे कि जो नुकीला सिरा (cohesive end) जो वेक्टर में उत्पन्न हो वह foreign DNA के काम्प्लीमेन्ट्री (complementary) हो। कभी-कभी restriction enzyme के द्वारा cleavage और foreign DNA के ligation से उत्पाद में कुछ महत्वपूर्ण gene नष्ट हो जाते हैं। उदा० - BamH1, tetR gene को नष्ट कर देता है।

जब T4 DNA ligase enzyme और ATP को 4°C-10°C पर लम्बे समय के लिये रखा जाता है तब नुकीला सिरा (sticky end) स्थायी रूप से जुड़ जाता है।

Double stranded c-DNA को cloning vector में जोड़ने के लिए दोनों सिरे में एकल श्रृंखला डीएन.ए. सीक्वेंस (single stranded DNA sequence) को डालने की आवश्यकता होती है, जो कि linearized vector के सिरे के DNA के complementary होता है।

Double stranded cDNA में नुकीला सिरा (cohesive end) उत्पन्न करने के लिए दो विधी उपयोग में लायी जाती है।

(a) Use of Restriction enzyme linkers :- Linkers रासायनिक रूप से संश्लेषित double stranded DNA अणु है, जिसमें Restriction enzyme जैसे EcoRI, HindIII, BamH1 आदि के cleavage के लिये Restriction site उपस्थित होता है। T4 DNA ligase के इस्तेमाल के द्वारा linkers को blunt end DNA में जोड़ा जाता है।

अब vector और DNA दोनों को समान Restriction enzyme के द्वारा उपचारित किया जाता है जिससे नुकीला सिरा (cohesive end) उत्पन्न होता है, जिसे T4 DNA ligase के द्वारा जोड़ दिया जाता है।

(b) Use of homopolymer tail :-

सर्वप्रथम Jackson ने इस विधि को दिया इस विधि में Terminal transferase enzyme के इस्तेमाल से, Precursor dATP की उपस्थिती में vector DNA के 3' सिरे में Poly dA श्रृंखला डाला जाता है, जबकि यही enzyme के इस्तेमाल से DNA अणु के 3' सिरे में Precursor dTTP की उपस्थिती में Poly dT श्रृंखला डाला जाता है।

अब T4 DNA ligase enzyme की उपस्थिती में Poly dA-dT tail आपस में जुड़ते हैं।

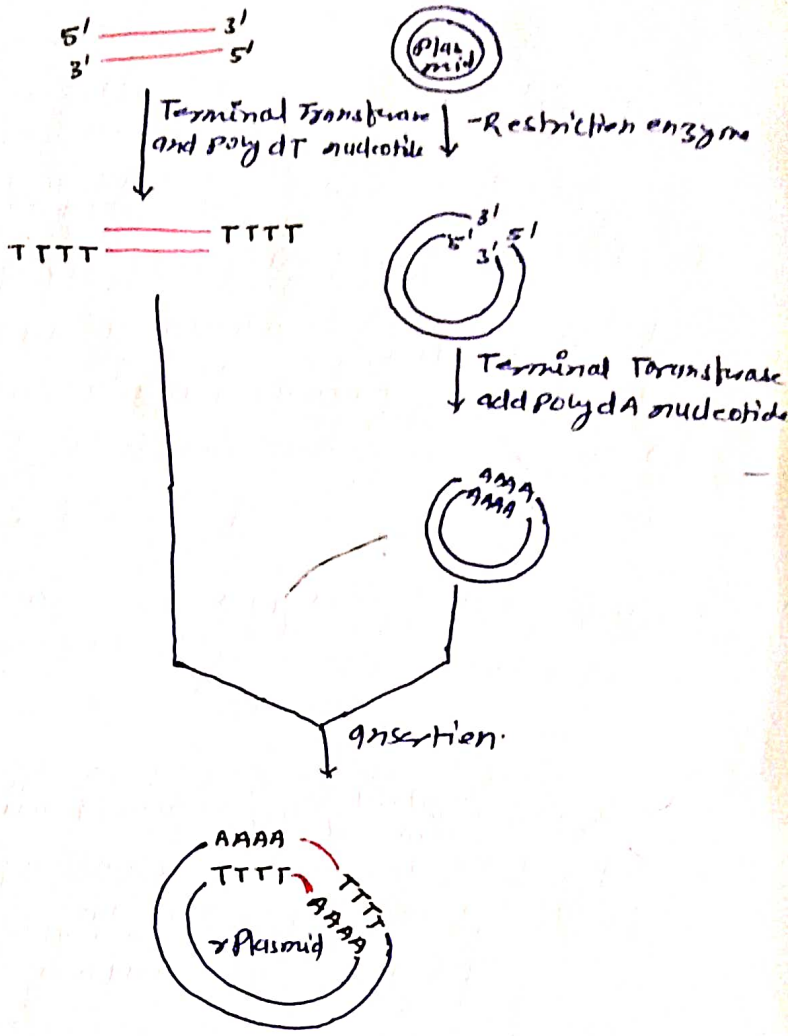


Fig. Insertion of foreign DNA fragment into a Plasmid by using homopolymer tail.

(c) Transfer of Recombinant DNA into bacterial cell. (Transformation in host cell

recombinant DNA के host cell में प्रवेश कराने के लिए कई विधि विकसित की गई है, जो vector के प्रकार एवं होस्ट कोशिका पर निर्भर करता है।

(a) **Transformation :-** Transformation प्रक्रिया की खोज Mandel और Mega के द्वारा की गई। E.coli cell, बाहरी (foreign) DNA को नष्ट (degrade) कर देता है। degradation से बचने के लिए growing cell को $CaCl_2$ द्वारा उपचारित कराया जाता है। और इसके लिए बहुत कम तापक्रम इस्तेमाल में लाया जाता है। यह प्रक्रिया Transformation कहलाता है।

Transfection :- यह वह प्रक्रिया है जिसमें chemicals के इस्तेमाल से foreign DNA को host cell में प्रवेश कराया जाता है, इसके लिए आवेशित रासायनिक पदार्थ (chemical substances) जैसे Cationic liposomes, calcium phosphate या DEAE dextran को लेकर DNA अणु के साथ मिश्रित किया जाता है।

अब ग्राही होस्ट कोशिका (recipient host cell) को इस मिश्रण के द्वारा उपचारित किया जाता है, अब foreign DNA को host cell के द्वारा ग्रहण कर लिया जाता है।

सर्वप्रथम λ Phage का इस्तेमाल foreign DNA के E.coli cell में Transfer के लिए किया गया। अतः सामान्यतः इस प्रक्रिया को Transfection कह दिया जाता है।

Microbial Interaction

(Symbiosis, mutualism, competition, Amensalism, Synergism, Parasitism, Predation)

सूक्ष्मजीव आपस में अन्तर्क्रिया प्रदर्शित करते हैं जिसका प्रभाव लाभदायक या हानिकारक हो सकता है। सामान्यतः सूक्ष्मजीवों के मध्य निम्न अंतर्क्रिया देखने को मिलती है।

ⓐ ~~Symbiosis~~ Neutralism :- इस प्रकार के अन्तर्क्रिया में दो सूक्ष्मजीवों के मध्य कोई अन्तर्क्रिया नहीं होता

* ऐसा क्रिया उन सूक्ष्म जीवों के मध्य होता है जिनकी जैविक क्रियाओं की क्रियाविधी में कोई समानता नहीं पायी जाती है।

* यह अन्तर्क्रिया ऐसे जीवों में नहीं पायी जाती जिनका एक समान क्रियात्मक भूमिका (functional role) हो।

* इसे प्रयोगात्मक रूप में प्रदर्शित करना कठिन होता है।

ⓑ Possitive association: सूक्ष्मजीवों के मध्य होने वाली ऐसी अन्तर्क्रिया जिसमें कम से कम एक जीव को लाभ पहुंचता है। possitive association के अंतर्गत आता है।

(i) Commensalism :- यह सूक्ष्मजीवों में होने वाली ऐसी अन्तर्क्रिया है जिसमें एक जीव को लाभ होता है जबकि दूसरा सूक्ष्मजीव अप्रभावित रहता है।

* यह एकदैशिक (unidirectional) अन्तर्क्रिया है।

* सामान्यतः अप्रभावित सूक्ष्म जीव (unaffected micro-organism) पर्यावरण या माध्यम में ऐसा परिवर्तन उत्पन्न करता है जो ~~जिससे~~ अन्य जीव के लिये लाभदायक होता है।

* एक सूक्ष्मजीव के द्वारा अपने जैविक क्रिया के दौरान रासायनिक परिवर्तन उत्पन्न करता है जो जिसका उसके लिये कोई लाभ नहीं होता जबकि अन्य सूक्ष्मजीव संबंधित रूपांतरण से लाभ प्राप्त करता है।

उदा० → Mycobacium bacteria के द्वारा cyclohexane को cyclohexanol में परिवर्तित किया जाता है। जिसका ~~उसके~~ स्वयं के Energy source में इस्तेमाल नहीं किया जाता।

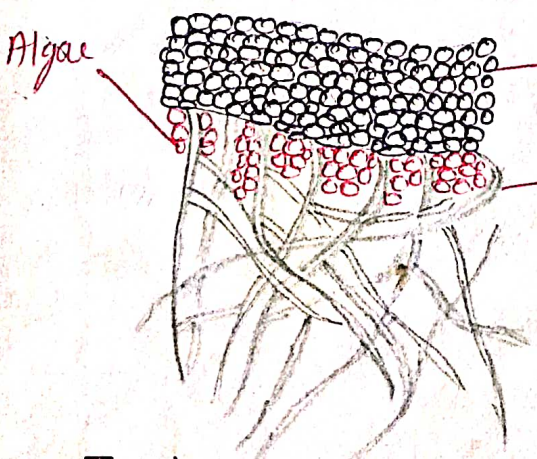
* एक जीव दूसरे जीव को आवास प्रदान करता है।

* Symbiosis → इस प्रकार के interaction में दोनों जीव लाभ प्राप्त करते हैं।

उदा० लाइकेन (Lichen)

Lichen, कवक (Fungi) और शैवाल (algae) का थैलस (Thallus) है जो साथ साथ जीवन यापन करते हैं। fungus वाला भाग mycobiont कहलाता है जबकि algal भाग Phycobiont कहलाता है। ये दोनों जीव इस तरह व्यवस्थित रहते हैं कि एकल पादप की तरह दिखाई देते हैं। कवक लाईकेन का थैलस बनाता है जबकि शैवाल थैलस का 5 से 10% भाग बनाता है।

लाइकेन में कवक का माइसीलियम शैवाल से पोषण प्राप्त करता है जबकि शैवाल प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के द्वारा स्वयं भोजन बनाता है और N_2 स्थिरीकरण करता है।



T.S. of Lichen Thallus showing bottom green algae Penetrated by Fungal

* Bacteria कई जीवों के साथ सहजीवी अंतर्संबंध प्रदर्शित करते हैं। मनुष्य में बैक्टीरिया उनके पाचन तंत्र में रहते हैं ये बैक्टीरिया भोजन पदार्थों का अपघटन कर विटामिन का निर्माण करते हैं जबकि बैक्टीरिया आंत में स्थायी आवास प्राप्त करते हैं।

* मनुष्य की त्वचा में कई सूक्ष्मजीव पाये जाते हैं वे त्वचा के सतह से पोषक तत्व प्राप्त करते हैं और मनुष्य को कई हानिकारक बैक्टीरिया से सुरक्षा प्रदान करते हैं।

* सहजीवी जीवाणु लेग्युमिनस कुल के पौधों के गाँठों (Root nodules) में पाये जाते हैं। ये सूक्ष्मजीव नाइट्रोजन गैस को पौधों के उपयोगी रूप में परिवर्तित कर देते हैं। जबकि पौधा बैक्टीरिया को सुरक्षित आवास प्रदान करता है।

* पौधों के जड़ों और कवक (Fungi) के मध्य पाया जाने वाला अंतर्संबंध माइकोराइजा (mycorrhiza) कहलाता है। कवक जल और पोषण ~~तत्व~~ तत्वों का पौधों द्वारा अवशोषण को बढ़ाता है जबकि पादप प्रकाशसंश्लेषी उत्पाद प्रदान करता है।

* ~~प्रो~~ प्रोटिस्ट में भी सहजीवी संबंध पाया जाता है। उदा० दीमक (termite) के आंत (gut) में सहजीवी प्रोटिस्ट पाये जाते हैं ये सूक्ष्मजीव लकड़ी में उपस्थित सेल्यूलोज को अपघटित करते हैं जिससे दीमक ~~लकड़~~ लकड़ी से पोषण प्राप्त करता है। प्रोटोजोआ के अनुपस्थिति में दीमक लकड़ी का पाचन नहीं कर सकता।

* कुछ शैवाल और प्रोटिस्टा में सहजीवी संबंध पाया जाता है जिसे जीवित रेत (living sand) कहा जाता है इस प्रकार का अंतर्संबंध उष्ण और शीतोष्ण कटिबंधीय समुद्र में पाया जाता है और हरा, संतरा, भूरा या लाल जमाव उत्पन्न होता है जिसमें कैल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) पाया जाता है।

* Synergism → इस प्रकार के अंतर्क्रिया में भाग लेने वाले दोनों जीव लाभ प्राप्त करते हैं।

* Synergism में दोनों जीव जब साथ-साथ होते हैं तब उनका संयुक्त प्रभाव उनके स्वतंत्र अलग-अलग प्रभाव से अधिक होता है।

* इनके मध्य अंतर्संबंध दुर्बल (loose association) होता है। एक जीव दूसरे जीव के द्वारा स्थापित किया जा सकता है।

* यह संबंध किसी निश्चित काल के लिये होता है परंतु वह स्थायी (obligatory) नहीं होता है।

इस प्रकार का अंतर्संबंध निम्न प्रकार से हो सकता है।

(a) Cross-feeding → जब दो या अधिक सूक्ष्मजीव एक दूसरे कि पोषक आवश्यकता की पूर्ति करते हैं। तब वे एक साथ जीवन यापन करते हैं।

(B) जब दोनो प्रजाति एक दूसरे को वृद्धि कारक (Growth factor) का आदान प्रदान करते हैं।

(c) जब दोनों सूक्ष्मजीव कार्बनिकीकरण करते हैं।

(d) जब वे आपस में मिलकर विषैले उत्पाद (Toxic Product) को हटाते हैं।

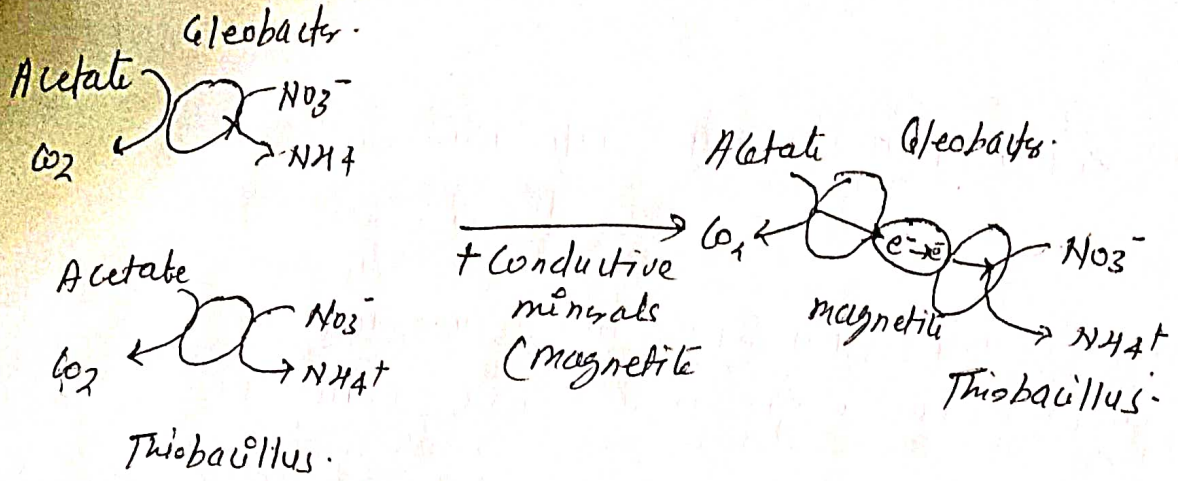


Fig: qnts specific electron transfer between Geobacter and thiobacillus via Conductive magnetite particles. enables the coupling of acetate oxidate to nitrate reduction

Negative Interaction :- इस प्रकार के अंतर्संबंध में एक जीव के ~~कि~~ जैविक क्रिया के परिणामस्वरूप दूसरे जीव को हानि पहुंचती है। यह अंतर्संबंध तीन प्रकार का होता है।

(i) Amensalism :- इस प्रकार के अंतर्क्रिया में एक जीव दूसरे जीव को नुकसान पहुंचाता है और स्वयं कोई ~~लाभ~~ लाभ ग्रहण नहीं करता। सामान्यतः amensalism, संदमनकारी पदार्थ (inhibitory substance) जैसे antibiotics के उत्पादन के द्वारा। यह प्रक्रिया antibiosis कहलाती है।

Antibiosis वह स्थिति है जहाँ एक जीव द्वारा उत्पन्न पदार्थ दूसरे जीव ~~के~~ की वृद्धि को रोकता है जबकि प्रथम जीव को कोई प्रभाव नहीं पड़ता। ये उपापचयी पदार्थ दूसरे जीव की कोशिका भित्ती में प्रवेश कर जाते हैं और उनके वृद्धि को रोकते हैं।

* सूक्ष्मजीव के द्वारा उत्पन्न चयापचयी पदार्थ (metabolite) भिन्न प्रकार का होता है : antibiotics, siderophores, enzyme etc.

उदा० Penicillium notatum द्वारा उत्पन्न antibiotic bacteria के growth को रोक देता है।

Siderophores :

siderophore अन्य (Extracellular) [बाह्यकोशिकीय] द्वितीयक मेटाबोलाइट (secondary metabolite) है जो कि बैक्टिरीया जैसे Aerobacter aerogenes, Arthrobacter pascens, स्ट्रेप्टोमाइसीटिस (Streptomyces spp.), ~~yeast जैसे जैसे~~ यीस्ट ~~जैसे~~ (Rhodotorula spp.) कवक (Penicillium spp) और ~~के~~ डायनोफ्लेजिलेट (Prorocentrum minimum) के द्वारा उत्पादित होता है। Siderophores सामान्यतः सूक्ष्मजैविक आयरन कीलेटिंग यौगिक (microbial iron-chelating compounds) कहलाता है। क्यों कि इनका Fe+3 के प्रति उच्च कीलेटिंग (chelating) बंधुता ~~है~~ जबकि Fe+2 ion के प्रति कम बंधुता पायी जाती है।

ये Fe^{+3} आयन को कीलेट करने के पश्चात् उसे बैक्टीरियल कोशिका में वहन (Transport) करता है। Siderophore Fe^{+3} ion को कीलेट करते हैं और अन्य सूक्ष्मजीव के लिये उसकी कमी उत्पन्न करता है जिससे सूक्ष्मजीव की वृद्धि रुक जाती है।

(ii) Parasitism : यह दो जीवों में होने वाली वह अंतर्क्रिया है जिसमें एक प्रजाती परजीवी (Parasite) लाभ प्राप्त करता है जबकि इसमें जीव होस्ट (Host) को नुकसान पहुँचता है।

* Predator के विरुद्ध ये पैरासाईट (Parasite) उसके होस्ट की मृत्यु का कारण नहीं बनता। इसे कवक (Fungi), अमीबा (Amoebae) और निमेटोड (Namatodes) के उदाहरण से समझा जा सकता है।

(a) Myoparasitism :-(fungus-fungus interaction) :- जब एक कवक (Fungus) दूसरे कवक (Fungus) के लिये परजीवी (Parasite) होता है तब उसे Parasitism कहा जाता है। वह कवक जो परजीवी होता है hyperparasite कहलाता है और वह कवक जिस पर परजीवी होता है वह Hyperparasite कहलाता है। Myoparasitism सामान्यतः प्रकृति में पाया जाता है। इसमें कई प्रक्रिया पाई जाती हैं। Coiling, Penetration, branching, Sporulation, resting body formation, barrier formation and lysis of host cell.

* Coiling की प्रक्रिया में हायपरपैरासाईट • हाइपोपैरासाईट के होस्ट हाइफी की पहचान करती है और उसके चारों ओर coil होती है। Coiling के परिणामस्वरूप होस्ट हाइफी अपनी ताकत (Strength) खो देता है जिससे कोशिका भित्ती घुल जाती है और हायपरपैरासाईट हाइफी होस्ट में प्रवेश करता है। कभी-कभी होस्ट में एक Resistant barrier उत्पन्न हो जाता है जो Lumen के अंदर Penetration को रोकता है। हायपरपैरासाईट होस्ट पैरासाईट के अंदर branch का निर्माण करता है जब तक होस्ट का पोषक तत्व समाप्त नहीं हो जाता। Antagonist

resting body का निर्माण करता है। उदा० होस्ट हाइफी के अंदर cla-mydospores का निर्माण करता है।

(b) mycophagy :- amoeba का fungi से पोषण प्राप्त करना mycophagy कहलाता है। अधिकतर amoeba, रोगकारक कवक के ऊपर परजीवी होते हैं। इसमें ~~अंतर्गत~~ भाग लेने वाले अमीबा स्पीशीज के अंतर्गत Arachnula, Archelle, Gephyramoeba, Geococcus, Saccamoeba, Vampyrella आदि आते हैं। ये अमीबा फंगल हाइफी से क्रिया करता है और विकसित होता है।