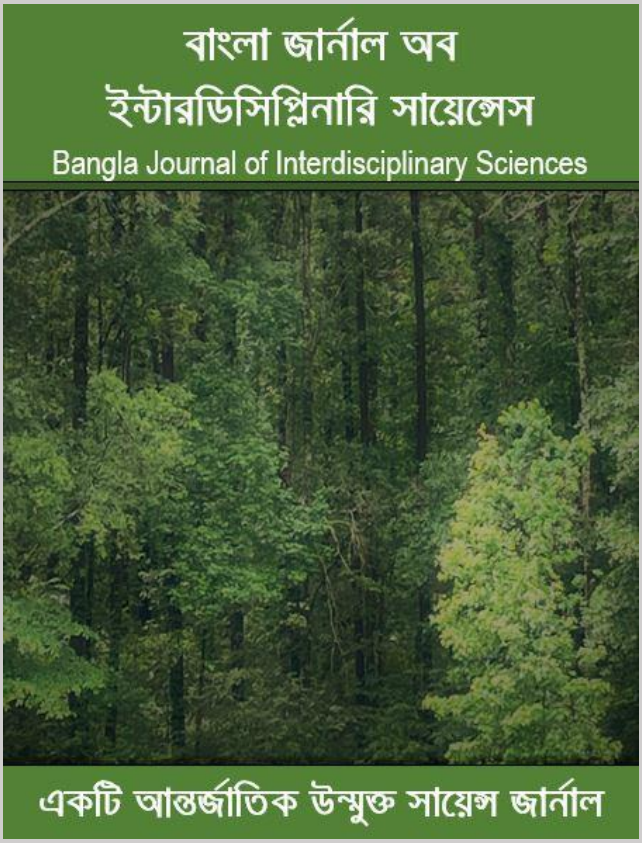
বাংলা জার্নাল অব ইন্টারডিসিপ্লিনারি সায়েন্সেস
Bangla Journal of Interdisciplinary Sciences

ISSN: 2981-8184

Inaugural Issue
Volume 1 (1), 2023



In This Issue:

Obstructive Sleep Apnea: An Overview of Symptoms, Complications, Diagnosis and Treatment *(pp: 1-10)*
M. Iftekhar Ullah

The Quantum Entanglement Theory and the 2022 Nobel Prize in Physics *(pp: 11-24)*
Ragib A. Khan

Hypertension in Obese Children *(pp: 25-29)*
Sharmin Mahbuba, Samira H. Habib

Nanotechnology: The Beginning of a New Revolution in Science and Technology
(pp: 30-45)
Oishik Adib

The SARS-CoV-2 Pandemic: Confusion and Crisis at the Wuhan Central Hospital, China
(pp: 46-61)
Ragib A. Khan, M. S. Zaman

The Bangla Journal of Interdisciplinary Sciences (BJIS) is an international, peer-reviewed, open access journal that publishes scientific articles in Bangla from all branches of science from all around the world.

BJIS especially encourages the younger generation of scientists, and future scientists to publish their research in their mother tongue, and hopes to serve as an effective platform to bring bengali scientists and science-minded people, who are sacttered throughout the world together for a common goal.

PUBLISH YOUR WORK FOR FREE
Submitted articles must be original works and free from personal, political, and social biases. The respective authors retain the copyrights and are fully responsible for the content they publish.

বাংলা জার্নাল অব ইন্টারডিসিপ্লিনারি সায়েন্সেস

Bangla Journal of Interdisciplinary Sciences

আমাদের এই উদ্যোগে আপনাদের স্বাগত জানাচ্ছি।
মাতৃভাষায় বিজ্ঞান শিক্ষাকে প্রসারিত করুন এবং
আগামী প্রজন্মের মাঝে সৃজনশীল চিন্তা-চেতনার বিকাশ ঘটান।

Level 13, Suite 13.1
32 Smith Street
Parramatta, NSW 2150
Australia

Emails: editorsbjis@banglasciencejournal.com
editorsbjis@gmail.com (preferred)
© Copyright: Bangla Journal of Interdisciplinary Sciences

THE EXECUTIVE BOARD

EDITORS

Md Sarwar Zaman, PhD, FMAS
Professor Emeritus, Alcorn State University
Lorman, MS, USA
Professor, South Texas College
McAllen, TX, USA

Ragib Ahsan Khan, MS
Freelance Author and Researcher
Vienna, Austria

ASSOCIATE EDITORS

Ali Shafqat Akanda, PhD
Associate Professor of Civil Engineering
University of Rhode Island
Kingston, RI, USA

Nilufa Ahsan, PhD
Professor & Chair, Dept. of Bangla
Adamjee Cantonment College
Dhaka, Bangladesh

M. Iftekhar Ullah, MD, MPH
Associate Professor of Medicine
University of Mississippi Medical Center
Jackson, MS, USA

ADMIN & COMMUNICATION

Munzurul Khan
Principal, Keshab Chartered Accountant
NSW, Australia
Chairman, KHI Partners
NSW, Australia

THE PRODUCTION TEAM

Bryan Santos, B.Bus
KHI Partners, NSW, Australia
Merger & Acquisition Solutions
NSW, Australia

Rakeen S. Zaman, BS
Software Engineer
Mississippi State University
Starkville, MS, USA

THE EDITORIAL BOARD

Partha Bhattacharjee, PhD
Professor of Biology
Xavier University, New Orleans, LA, USA

Syed Muniruzzaman, PhD
Assoc. Professor of Biology
Xavier University, New Orleans, LA, USA

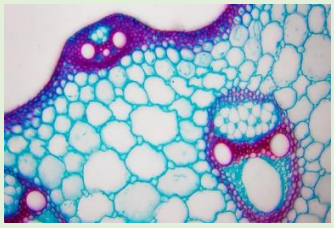
Robert C. Sizemore, PhD
Professor of Biology
Alcorn State University, MS, USA

সম্পাদকীয়

আধুনিক বিশ্বে প্রতিদিনের বাস্তবতায় বিজ্ঞান আমাদের নিত্যসঙ্গী। একে বিজ্ঞানের বাস্তব প্রয়োগগত দিক বলা যায়। অন্যদিকে বর্তমানে বিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিষয়গুলো এমনভাবে যুক্ত হয়ে পড়েছে যে, বিজ্ঞানের একটা প্রাথমিক ধারণা ছাড়া আধিকাংশ আলোচ্য বিষয়ই সঠিকভাবে বোঝা যায় না।

বাংলায় বিজ্ঞান-চর্চার অন্যতম বড় বাধা হলো ভাষা। অনুন্নত দেশগুলির তুলনায় উন্নত দেশগুলিতে আধুনিক বিজ্ঞান অনেকদূর এগিয়ে গিয়েছে। বাংলা ভাষায় বিজ্ঞানের ওপর লেখার পরিমাণ খুবই কম। এছাড়া এ ভাষায় বিজ্ঞান-চর্চার প্রাতিষ্ঠানিক শিক্ষায় মূলত চিরায়িত বিজ্ঞানকেই প্রাধান্য দেওয়া হয়। অন্যদিকে আধুনিকযুগে বিজ্ঞানের যে বিকাশ বা এর যে নব নব উদ্ভাবন হয়েছে, তার ওপর বাংলায় গবেষণাধর্মী লেখা প্রায় চোখেই পড়ে না। কিন্তু আধুনিক বিজ্ঞানের রূপরেখা বিশ্লেষণ ও প্রয়োগ ছাড়া মানবজীবনের কোনো ধরনের উন্নতির কথা আমরা চিন্তাই করতে পারি না। পৃথিবীর প্রায় ৩০০ মিলিয়ন মানুষ বাংলা ভাষায় কথা বলে। আরো প্রায় ৩৭ মিলিয়ন মানুষ বাংলাকে দ্বিতীয় ভাষা হিসেবে ব্যবহার করে। ইংল্যান্ডে প্রায় সাড়ে ছয় লক্ষ বাংলাভাষী বসবাস করে। আমেরিকায় এ সংখ্যা দুই লক্ষেরও অধিক। আর মধ্যপ্রাচ্যে বসবাস করছেন প্রায় আট মিলিয়ন বাংলাভাষী। সমগ্র বিশ্বে সবচেয়ে বেশি মানুষ কথা বলে যে ভাষায়, তার তালিকায় বাংলা ভাষার অবস্থান সপ্তম। তাই পৃথিবীর অন্যান্য ভাষার পাশাপাশি বাংলা ভাষায়ও বিজ্ঞান-চর্চার যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে।

বর্তমানে বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-চর্চার দীনতা খুবই দুঃখজনক। এ ভাষায় অনলাইনে বিজ্ঞান-চর্চা এতই কম যে, তা প্রায় চোখেই পড়ে না। ভারত থেকে কয়েকটি অনলাইন জার্নাল প্রকাশ হলেও, বাংলাদেশ থেকে প্রকাশিত কোনো অনলাইন জার্নাল এখন পর্যন্ত চোখে পড়েনি। সুতরাং এ কথাটি নির্দ্বিধায় বলা যায়, বাংলা ভাষায় অনলাইন জার্নালের মাধ্যমে বিজ্ঞান-চর্চার দ্বার উন্মোচিত হলে সমগ্র বিশ্বের বাংলাভাষীরা পৃথিবীর যে কোনো প্রান্তে বসে, যে কোনো সময় বিজ্ঞান বিষয়ক নানা তথ্য সম্পর্কে অবহিত হতে পারবেন। এভাবেই উঠতি ও আগামী প্রজন্মের জন্য বাংলায় বিজ্ঞান বিষয়ক জার্নাল বিজ্ঞান-চর্চার এক বিশাল উৎসে পরিণত হবে বলে আমি মনে করি। বিশ্বের যে কোনো প্রান্তে বসবাসরত



বাংলা জার্নাল অব ইন্টারডিসিপ্লিনারি সায়েন্সেস

বর্তমান ও আগামী প্রজন্মের জন্য বাংলায় বিজ্ঞান চর্চার একটি মাধ্যম

Pictures: gettyimages.com

বিজ্ঞানে উচ্চশিক্ষিত বাঙালিদের কাছে এ ধরনের আরো উদ্যোগ গ্রহণ করার জন্য আমাদের আহ্বান রইল। জার্নালটি প্রকাশের মূল লক্ষ্য হলো:

- বাংলায় বিজ্ঞান-চর্চাকে আরো জনপ্রিয় করে তোলা।
- যাঁরা বাংলাতে বিজ্ঞান-চর্চা করেন এবং লেখেন, তাঁদের লেখা প্রকাশের সুযোগ করে দেওয়া।
- বিশেষত বর্তমানের তরুণ প্রজন্মকে বাংলায় বিজ্ঞান বিষয়ে লেখায় উৎসাহিত করা।
- সারা বিশ্বের বাংলাভাষীদের জন্য বাংলায় বিজ্ঞান-চর্চার সুযোগ সৃষ্টি করা।
- পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে বসবাসরত অনেক বাংলাভাষী বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে গবেষণা করছেন, তাঁদেরকে এ ধরনের উদ্যোগে অংশ নেয়ার জন্য উৎসাহিত করা।
- বর্তমানে বিজ্ঞানে তৈরি হয়েছে অসংখ্য নতুন পরিভাষা। কিন্তু বাংলাতে সে ধরনের পরিভাষা তৈরি হয়নি; যা বাংলায় বিজ্ঞান-চর্চার একটি বড় সমস্যা। অনলাইনে বাংলায় বিজ্ঞান বিষয়ক জার্নাল প্রকাশের পাশাপাশি বিজ্ঞানের বিভিন্ন পরিভাষার তালিকা তৈরি করার একটি পরিকল্পনাও আমরা গ্রহণ করেছি।

রাগিব আহসান খান
ভিয়েনা, অস্ট্রিয়া

Recognition to Reviewers

On behalf of *The Bangla Journal of Interdisciplinary Sciences*, I would like to thank all the reviewers for committing their valuable time and intellectual contributions in reviewing the manuscripts. Without their passionate support, producing this volume (Volume 1, Issue 1, 2023) would be an arduous undertaking.

M. S. Zaman
Texas, USA

Table of Contents

Obstructive Sleep Apnea: An Overview of Symptoms, Complications, Diagnosis, and Treatment 1-10

M. Iftekhar Ullah

Department of Medicine, University of Mississippi Medical Center, Jackson, Mississippi 39216, USA

The Entanglement Theory and the 2022 Nobel Prize in Physics 11-24

Ragib A. Khan

Freelance Author and Researcher, Vienna, Austria, +43

Hypertension in Obese Children 25-29

Sharmin Mahbuba[1,*], Samira H. Habib[2]

[1]Department of Pediatrics, Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University Shahbag, Dhaka 1000, Bangladesh; [2]Diabetic Association of Bangladesh, Health Economics Unit, Shahbag, Dhaka 1000, Bangladesh

Nanotechnology: The Beginning of a New Revolution in Science and Technology 30-45

Oishik Adib

Department of Molecular Sciences, Macquarie University, Sydney NSW 2109, Australia.

The SARS-CoV-2 Pandemic: Confusion and Crisis at the Wuhan Central Hospital, China 46-61

Ragib A. Khan[1], M. S. Zaman[2,3,*]

[1]Freelance Author and Researcher, Vienna, Austria +43; [2]Department of Biological Sciences, Alcorn State University, Lorman, Mississippi 39076, USA; [3]Department of Biology, South Texas College, McAllen, TX 78501, USA

REVIEW PAPER

Obstructive Sleep Apnea: An Overview of Symptoms, Complications, Diagnosis, and Treatment

M. Iftekhar Ullah

Department of Medicine
University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi 39216, USA

Corresponding Email: mullah@umc.edu

Received: 2/1/2023 / Accepted: 2/11/2023

https://doi.org/10.5281/zenodo.7867469

ABSTRACT

Obstructive sleep apnea (OSA) is a major public health problem in both developed and developing countries. It commonly causes fatigue, excessive daytime sleepiness, poor night-time sleep, depression, poor memory, and loss of concentration. It also has long-term complications including uncontrolled hypertension, atrial fibrillation, heart attack, stroke, and congestive heart failure. OSA also increases the risk of traffic accidents. The importance and awareness of this disease is low among both the general population and physicians. There are many misconceptions about this disease and various treatment options available which cause delays in the diagnosis and treatment of OSA. This paper will discuss the signs and symptoms of obstructive sleep apnea, its potential complications and how to diagnose and treat this condition.

Keywords: Obstructive sleep apnea

Cite this article as: *Ullah, M. Iftekhar. 2023, Obstructive Sleep Apnea: Symptoms, Health Complications, Diagnosis and Treatment, Bangla J. Interdisciplinary Sci., 1 (1): 1-10.*

অবস্ট্রাক্টিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া: উপসর্গ, স্বাস্থ্যগত জটিলতা, রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসা

সারাংশ

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া (Obstructive Sleep Apnea, OSA) উন্নত এবং উন্নয়নশীল উভয় দেশেই একটি গুরুত্বপূর্ণ জনস্বাস্থ্য সমস্যা। এর উপসর্গের মধ্যে রয়েছে অত্যধিক ক্লান্তি, দিনের বেলা অতিরিক্ত ঘুম পাওয়া, বিষন্নতা (depression), স্মৃতিশক্তি হ্রাস এবং কর্মক্ষেত্রে অনীহা। এটা অনেক দীর্ঘমেয়াদী স্বাস্থ্য সমস্যাও সৃষ্টি করে, যার মধ্যে রয়েছে অনিয়ন্ত্রিত উচ্চ রক্তচাপ, অ্যাট্রিয়াল ফিব্রিলেশন, হার্ট অ্যাটাক, স্ট্রোক এবং কনজেস্টিভ হার্ট ফেইলিউর। অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া সড়ক দুর্ঘটনার ঝুঁকিও অনেকাংশে বৃদ্ধি করে। সাধারণ জনগণ এবং চিকিৎসক উভয়ের মধ্যেই এই রোগ সম্পর্কে সচেতনতার যথেষ্ট অভাব রয়েছে। আবার, রোগটির গুরুত্ব এবং এর চিকিৎসা সম্পর্কে অনেকের মধ্যে ব্যাপক ভুল ধারণাও বিদ্যমান। এখানে অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গ, এই সংক্রান্ত সম্ভাব্য স্বাস্থ্যগত জটিলতা এবং রোগটির নির্ণয় ও চিকিৎসার উপায় নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

মূল শব্দগুলি: অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া

ভূমিকা

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া উন্নত এবং উন্নয়নশীল উভয় দেশেই একটি গুরুত্বপূর্ণ জনস্বাস্থ্য সমস্যা। আমেরিকান প্রাপ্তবয়স্ক জনসংখ্যার এক চতুর্থাংশ স্লিপ অ্যাপনিয়ায় ভুগছে এবং তাদের মধ্যে প্রায় ৮০% রোগীই চিকিৎসকের দ্বারা কখনো শনাক্ত হন নি (Young et al., 1993)। সঠিক সমীক্ষার অভাবে বাংলাদেশে স্লিপ অ্যাপনিয়ার ব্যাপকতা অস্পষ্ট। তবে ভারতে করা একটি সমীক্ষায় এই রোগের একই রকমের প্রাদুর্ভাব (২১.৫%) দেখা গেছে (Sharma et al., 2006)। বাংলাদেশের সাধারণ জনগণ এবং চিকিৎসক উভয়ের মধ্যেই এই রোগ সম্পর্কে সচেতনতার যথেষ্ট অভাব রয়েছে। এখানে, অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গ, এই সংক্রান্ত সম্ভাব্য স্বাস্থ্যগত জটিলতা এবং এই রোগের নির্ণয় ও চিকিৎসার উপায় নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া কি?

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া (সংক্ষেপে, স্লিপ অ্যাপনিয়া) এমন একটি ব্যাধি যেখানে শ্বাসনালীর সংকোচনের কারণে ঘুমের সময় শ্বাস বন্ধ হয়ে যাওয়ার প্রবণতা থাকে। একজন ব্যক্তি ঘুমানোর সাথে সাথে গলার অভ্যন্তরীণ মাংসপেশীগুলো দৃঢ়তা (muscle tone) হারিয়ে ধীরে ধীরে দুর্বল ও নমনীয় হয়ে পড়ে, আর সেই টিস্যুগুলির কম্পন সৃষ্টির মাধ্যমে নাক ডাকার শব্দ তৈরি করে। যখন বায়ুপ্রবাহ যথেষ্ট পরিমাণে

হ্রাস পায়, তখন এটি শ্বাস প্রশ্বাসকে কার্যত বন্ধ করে দেয়, ফলে রোগী ঘুম থেকে কয়েক সেকেন্ডের জন্য জেগে উঠেন এবং পুনরায় শ্বাস নিতে শুরু করেন। এর পরে তিনি আবার ঘুমিয়ে পড়েন এবং নাক ডাকতে শুরু করেন, এবং এক সময় আবার তার শ্বাস বন্ধ হয়ে যায় এবং এভাবেই চক্রটি চলতে থাকে। এর ফলে একজন রোগী কখনো কখনো এক রাতে কয়েক শত বার ঘুম থেকে জেগে উঠতে পারেন, যদিও সকালে তিনি এর কিছুই মনে করতে পারবেন না। তবে ঘন ঘন জাগরণের ফলে ঘুমের মান (sleep quality) খারাপ হয়। সুতরাং, সারারাত ঘুমানোর পরেও তিনি যখন সকালে ঘুম থেকে ওঠেন, তখনও তিনি ক্লান্তি অনুভব করেন। এর ফলে তিনি দিনের বেলা অফিসে কাজের মধ্যে, টিভি দেখতে দেখতে, বই পড়তে গিয়ে কিংবা গাড়ি চালানোর সময়ে অনিচ্ছাকৃতভাবে ঘুমিয়ে পড়তে পারেন।

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার বৈজ্ঞানিক সংজ্ঞা

একজন রোগী ঘুমের মধ্যে ঘণ্টায় গড়ে কতবার শ্বাস বন্ধ করেন, তার উপর ভিত্তি করে স্লিপ অ্যাপনিয়া রোগটি নির্ণয় করা হয়। একে অ্যাপনিয়া হাইপোপনিয়া ইনডেক্স (apnea hypopnea index, AHI) বলা হয়। এটি একটি নৈশকালীন নিদ্রা পরীক্ষা (sleep study) দ্বারা নির্ধারন করা হয়, যা পরবর্তী বিভাগে আলোচনা করা হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, যদি একজন ব্যক্তি তার আট ঘন্টা ঘুমের মধ্যে ১৬০ বার শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ করেন, তাহলে তার AHI হবে ১৬০ ÷ ৮ = ২০/ঘন্টা। একজন ব্যক্তির যদি স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ থাকে এবং তার AHI যদি কম পক্ষে ৫/ঘন্টা হয়, তখন তার স্লিপ অ্যাপনিয়া আছে বলে ধরে নেয়া হয় (Kryger et al., 2016)।

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার ঝুঁকির কারণ

১. শারীরিক স্থূলতা: এটি স্লিপ অ্যাপনিয়ার সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কারণগুলির মধ্যে একটি। ওজন এবং BMI বৃদ্ধির সাথে এর ঝুঁকিও ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। একটি সমীক্ষায় দেখা গেছে যে শরীরের ওজন প্রতি ১০% বৃদ্ধির ফলে স্লিপ অ্যাপনিয়া হওয়ার ঝুঁকি ছয় গুণ বেড়ে যায় (Peppard et al., 2000)। অন্য একটি গবেষণায় দেখা গেছে যে স্থূল ব্যক্তিদের মধ্যে OSA হওয়ার সম্ভাবনা স্বাভাবিক ওজনের ব্যক্তিদের তুলনায় ১০ গুণ বেশি (Tufik et al., 2010)।

২. বয়স: স্লিপ অ্যাপনিয়ার প্রকোপ বয়সের সাথে সাথে বৃদ্ধি পায় এবং জীবনের ৪র্থ দশকের পরে এটি সবচেয়ে বেশি দেখা যায় (Jennum & Riha, 2009; Tufik et al., 2010; Vozoris, 2012)। তাছাড়া, কিশোর-কিশোরীদের মধ্যে মোটা হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পাওয়ায় তাদের মধ্যেও এটির প্রাদুর্ভাব ক্রমেই বৃদ্ধি পাচ্ছে (lo Bue et al., 2020)।

৩. লিঙ্গ: নারীদের তুলনায় পুরুষদের মধ্যে OSA হওয়ার সম্ভাবনা ২-৩ গুণ বেশি (Bixler et al., 2001; Young et al., 2002)। তবে, মহিলাদের মেনোপজ বয়সের পরে উভয় লিঙ্গের মধ্যেই এর প্রকোপ একই রকম হয়ে যায়।

৪. ঘাড়ের পরিধি: যাদের ঘাড়ের পরিধি বড় (পুরুষে > ১৬ ইঞ্চি এবং মহিলাদের ক্ষেত্রে > ১৫ ইঞ্চি), তাদের স্লিপ অ্যাপনিয়া হওয়ার ঝুঁকি বেশি। কিছু গবেষণায় দেখা গেছে যে ঘাড়ের পরিধি BMI এর তুলনায়

স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতার একটি ভাল অনুমাপক (predictor) (Davies et al., 1992; Stradling & Crosby, 1991)।

৫. অস্থিগত অস্বাভাবিকতা (skeletal abnormality): কিছু রোগ এবং সিন্ড্রোম যেমন ডাউনস সিনড্রোম, অ্যাক্রোমেগালি হাড়ের গঠনে অস্বাভাবিকতা সৃষ্টি করে যা স্লিপ অ্যাপনিয়া হওয়ার ঝুঁকি বাড়ায়। প্রকৃতপক্ষে, আমেরিকান একাডেমি অফ পেডিয়াট্রিক্স এর সুপারিশ অনুযায়ী ডাউন সিনড্রোমে আক্রান্ত প্রতিটি শিশুকে স্লিপ অ্যাপনিয়া আছে কি না তা নির্ণয় করার জন্য ৩-৪ বছর বয়সে স্লিপ স্টাডি করার পরামর্শ দেয়া হয়েছে (Bull et al., 2022)।

৬. জাতিগত পার্থক্য: স্লিপ অ্যাপনিয়ার হওয়ার ব্যাপারে জাতিগত পার্থক্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে| আমেরিকান কৃষ্ণাঙ্গদের মধ্যে স্লিপ অ্যাপনিয়া হওয়ার ঝুঁকি বেশি, বিশেষ করে অল্প বয়সের পুরুষদের মধ্যে (Redline et al., 1997)। সুদূর পূর্ব এশিয়ায় (far east Asia) স্থূলতার হার কম হওয়া সত্ত্বেও এদের মধ্যে স্লিপ অ্যাপনিয়ার প্রাদুর্ভাব ককেশীয় পুরুষদের চেয়ে কিছুটা বেশি (Li et al., 2000)।

৭. ধূমপান এবং মদ্যপান: ধূমপান স্লিপ অ্যাপনিয়ার ঝুঁকি বাড়ায় এবং যে যত বেশি পরিমাণে ধূমপান করে, তার রোগের তীব্রতা তত বেশি বৃদ্ধি পায়। (Wetter et al., 1994) মদ্যপান করলেও স্লিপ অ্যাপনিয়া হওয়ার ঝুঁকি বাড়ে এবং রোগের তীব্রতা বৃদ্ধি পায় (Stradling & Crosby, 1991)।

৮. হরমোন সংক্রান্ত জটিলতা: থাইরয়েড হরমোনের স্বল্পতা (hypothyroidism) এবং স্টেরয়েড হরমোনের আধিক্য (Cushing syndrome) ওজন বৃদ্ধি করে এবং প্রকারান্তরে স্লিপ অ্যাপনিয়ার ঝুঁকি বাড়ায়।

দিবাকালীন উপসর্গ	নৈশকালীন উপসর্গ
দিনের বেলা অতিরিক্ত ঘুম পাওয়া	নাক ডাকা
যথেষ্ঠ ঘুমানো সত্ত্বেও ক্লান্তি বোধ করা	রাতে ঘন ঘন জেগে উঠা
উদ্বেগ/বিষণ্নতা	ঘুমের মধ্যে দম বন্ধ হয়ে যাওয়া
অকারণ বিরক্তি অনুভব করা	বিছানায় ছটফট করা
স্মৃতিশক্তি হ্রাস	রাতে ঘন ঘন প্রস্রাব পাওয়া
কাজে অনুপ্রেরণার অভাব বোধ	
ব্যক্তিত্বের পরিবর্তন	
সকালে ঘুম থেকে মাথাব্যথা নিয়ে উঠা	
সকালে ঘুম থেকে শুকনা মুখ (dry mouth) নিয়ে উঠা	

সারণী ১: অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গ (Kryger et al., 2016)।

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া রোগ নির্ণয়

স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গ থাকা সত্ত্বেও বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই এই রোগটি অশনাক্ত থেকে যায়, কারণ উপরোক্ত উপসর্গ থাকা সত্বেও বেশিরভাগ মানুষই ডাক্তারের শরণাপন্ন হন না| তা ছাড়া রাতে ভাল ঘুম না হওয়ার এবং শারীরিক ক্লান্তির আরও অসংখ্য সামাজিক এবং স্বাস্থ্যগত কারণ থা কায় সবাই ঐ অন্যান্য কারণ গুলিকেই নিজের উপসর্গের জন্য দায়ী করে থাকেন, এবং ডাক্তারের কাছে কখনো এই নিয়ে অভিযোগ করেন না| অন্যদিকে, স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গ চিনতে সাধারণ চিকিৎসকদের প্রশিক্ষণের অভাবও রোগ নির্ণয়কে বিলম্বিত করতে পারে। স্লিপ অ্যাপনিয়া রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসার জন্য প্রশিক্ষিত নিদ্রা বিশেষজ্ঞের (sleep specialist) সংখ্যাও বাংলাদেশ এবং অন্যান্য দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার দেশগুলোতে খুবই কম এবং মাত্র অল্প সংখ্যক বিশেষায়িত হাসপাতালে স্লিপ স্টাডির জন্য বিশেষ ভাবে স্থাপিত স্লিপ ল্যাব রয়েছে। তাছাড়া স্লিপ ল্যাবে স্লিপ স্টাডি করাটাও সাধারণত ব্যয়বহুল। এই সমস্ত কারণে স্লিপ অ্যাপনিয়া রোগের নির্ণয় এবং চিকিৎসায় বিলম্ব হতে পারে।

স্লিপ অ্যাপনিয়া নির্ণয় করার জন্য স্লিপ ল্যাবে পরীক্ষার (In-lab sleep testing) পাশাপাশি বাড়িতে পরীক্ষার জন্যও আজকাল মেশিন পাওয়া যায়। এটাকে হোম স্লিপ স্টাডি বলে। প্রকৃতপক্ষে, যাদের মাঝারি থেকে গুরুতর অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া আছে, তাদের বেশিরভাগই হোম স্লিপ স্টাডির মাধ্যমে নির্ণয় করা যেতে পারে। তবে কিছু বিশেষ ক্ষেত্র আছে যেখানে হোম স্লিপ স্টাডি করা যাবে না এবং একমাত্র স্লি প ল্যাবেই এই পরীক্ষাটি করা উচিত। স্লিপ ল্যাবে পরীক্ষার জন্য রোগীকে সন্ধ্যায় ল্যাবে আসতে হয়। সেখানে রোগীর দেহে কিছু তার (EEG wire) এবং শ্বাস-প্রশ্বাসের সেন্সর সংযুক্ত করা হয়, যা ঘুমের সময় এবং পর্যায় (total sleep time and sleep stages), অক্সিজেন স্যাচুরেশন, পালস, ইসিজি এবং শ্বাস-প্রশ্বাসের ধরণগুলি শনাক্ত করতে সহায়তা করে। ল্যাবে স্লিপ টেস্টিংয়ে বেশি সংখ্যক সেন্সর ব্যবহৃত হওয়ার কারণে এটি অধিকতর নির্ভুল ভাবে অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া শনাক্ত করতে সক্ষম। অন্যদিকে, হোম স্লিপ স্টাডি করা তুলনামূলকভাবে অনেক সহজ এবং অনেক সাশ্রয়ী। শ্বাস-প্রশ্বাস এবং নাড়ির গতি শনাক্ত করার জন্য এটিতে সীমিত সংখ্যক সেন্সর রয়েছে, তবে এটা ঘুমের পর্যায়গুলি শনাক্ত করে না। কিন্তু বেশিরভাগ রোগীই সহজ প্রাপ্যতা এবং স্বল্প খরচের কারণে হোম স্টাডিই পছন্দ করে।

হোম স্টাডির জন্য একজন আদর্শ রোগী হবেন এমন কেউ যার উল্লেখযোগ্য অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ রয়েছে, যেমন শারীরিক স্থুলতা, জোরে নাক ডাকা, রাতে ঘুম কম হওয়া, দিনের বেলা অত্যধিক ঘুম পাওয়া ইত্যাদি। অনেক রোগীরই এই ধরনের উপসর্গ আছে এবং এদের মূল্যায়নের জন্য সহজেই একটি হোম স্লিপ টেস্ট করা যেতে পারে। যদি এই পরীক্ষার ফলাফল অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার জন্য নেগেটিভ আসে কিন্তু চিকিৎসক এখনও স্লিপ অ্যাপনিয়ার উপস্থিতি দৃঢ়ভাবে সন্দেহ করছেন, তখন একটি ইন-ল্যাব স্লিপ স্টাডি করতে হবে। যাদের গুরুতর হৃদরোগ, সিওপিডি (COPD), স্ট্রোক, অ্যাট্রিয়াল ফিব্রিলেশন, নিউরোমাসকুলার ডিসঅর্ডার, নারকোলেপসি ইত্যাদির মতো গুরুতর অসুখ রয়েছে, তাদের জন্য হোম স্লিপ স্টাডি উপযোগী নয় (Kapur et al., 2017)।

চিকিৎসাবিহীন অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার জটিলতা

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া অনেক স্বল্পমেয়াদী এবং দীর্ঘমেয়াদী স্বাস্থ্য সমস্যার সৃষ্টি করে (Chokroverty, 2009)। তাদের মধ্যে কিছু খুব সুস্পষ্ট, যেমন অত্যধিক ক্লান্তি এবং দিনের বেলায় অতিরিক্ত ঘুম পাওয়া। কিন্তু অন্য জটিলতাগুলি অনেক বছর অতিবাহিত না হওয়া পর্যন্ত নাও ঘটতে পারে। স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতার সাথে সাথে জটিলতার ঝুঁকিও বেড়ে যায়। কখনও কখনও স্লিপ অ্যাপনিয়া এবং কিছু জটিলতা একে অপরের ঝুঁকিকে বাড়াতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, শারীরিক স্থূলতা স্লিপ অ্যাপনিয়ার হওয়ার ঝুঁকি বাড়ায়। আর একবার কারো স্লিপ অ্যাপনিয়া হয়ে গেলে এটি ওজন নিয়ন্ত্রণকারী হরমোনগুলির (leptin and ghrelin) মধ্যে ভারসাম্যহীনতা সৃষ্টি করে এবং আরও ওজন বৃদ্ধির কারণ হয়ে দাড়ায়, যার ফলে স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতা আরও বৃদ্ধি পায়। স্লিপ অ্যাপনিয়া স্ট্রোকের ঝুঁকি বাড়ায় এবং যদি স্ট্রোক গলবিলের পেশীকে (pharyngeal muscles) প্রভাবিত করে তবে এতে মাংসপেশীর দৃঢ়তা (muscle tone) আরও কমে যেতে পারে এবং প্রকারান্তরে স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতাকে আরও বাড়িয়ে দিতে পারে।

স্বল্পমেয়াদী জটিলতা	**দীর্ঘমেয়াদী জটিলতা**
কর্মক্ষেত্রে যথাযথ কাজ করার অক্ষমতা	অ্যাট্রিয়াল ফিব্রিলেশন সহ অনিয়মিত হার্টের ছন্দ
স্মৃতিশক্তি হ্রাস	হার্ট ব্লক
ট্রাফিক দুর্ঘটনার ঝুঁকি বৃদ্ধি	স্ট্রোক
অনিয়ন্ত্রিত উচ্চ রক্তচাপ	হার্ট এটাক
ওজন কমাতে অক্ষমতা এবং ক্রমাগত ওজন বৃদ্ধি	পালমোনারি হাইপারটেনশন
উদ্বেগ এবং বিষণ্ণতা	কনজেস্টিভ হার্ট ফেইলিউর
সকালে মাথাব্যথা নিয়ে ঘুম থেকে উঠা	সেন্ট্রাল স্লিপ অ্যাপনিয়া
ঘন ঘন মাইগ্রেনের আক্রমণ	

সারণী 2: স্লিপ অ্যাপনিয়ার স্বল্প এবং দীর্ঘমেয়াদী জটিলতা

শিশুদের মধ্যে অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়া (del Rosso et al., 2017)

শিশুরাও অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়াতে ভুগতে পারে, তবে তাদের রোগের উপস্থাপনা, অন্তর্নিহিত কারণ এবং চিকিৎসা প্রাপ্তবয়স্কদের থেকে আলাদা। শিশু এবং প্রাপ্তবয়স্কদের মধ্যে স্লিপ অ্যাপনিয়ার সাধারণ লক্ষণ হল নাক ডাকা। এ ছাড়া তাদের মধ্যে ক্রমাগত নাক দিয়ে পানি পড়া, টনসিলের ঘন ঘন প্রদাহ, রাতে ভাল ঘুম না হওয়া, আচরণগত সমস্যা, দিনের বেলায় অতিরিক্ত চাঞ্চল্য (hyperactivity), স্কুলে পড়াশোনায় মনোযোগের অভাব দেখা যেতে পারে। এমনকি তাদের উচ্চ রক্তচাপ এবং অনিয়মিত হৃদ স্পন্দনও হতে পারে। শিশুদের মধ্যে স্লিপ অ্যাপনিয়ার প্রাথমিক কারণ হল টনসিল এবং এডিনয়েডের বৃদ্ধির কারণে শ্বাসনালী সরু হয়ে যাওয়া। কিছু ক্ষেত্রে টনসিল এত বড় হয়ে যেতে পারে যে প্রায় পুরো শ্বাসনালী অবরুদ্ধ হয়ে যেতে পারে (চিত্র ১)। যদি একটি শিশু খুব স্থূল হয়, তবে তার টনসিল বা এডিনয়েড বড় না হলেও একজন প্রাপ্তবয়স্কের মতো সেও স্লিপ অ্যাপনিয়ায় আক্রান্ত হতে পারে। শিশুদের এই রোগ নির্ণয়ের জন্য

ল্যাবোরেটরিতে স্লিপ স্টাডি করতে হবে এবং তাদের ক্ষেত্রে যদি AHI > ১/ঘন্টা হয়, তাহলে তাদের স্লিপ অ্যাপনিয়া আছে বলে গণ্য করা হবে।

চিত্র ১: স্লিপ অ্যাপনিয়া আক্রান্ত রোগীর বর্ধিত টনসিল

অবস্ট্রাকটিভ স্লিপ অ্যাপনিয়ার চিকিৎসা

স্লিপ অ্যাপনিয়ার চিকিৎসার প্রাথমিক লক্ষ্য হল ঘুমের মধ্যে শ্বাসনালীর সংকোচন রোধ করা এবং ঘুমের ধারাবাহিকতা বজায় রাখা। CPAP (continuous positive airway pressure) মেশিন বেশিরভাগ ক্ষেত্রে এই কাজগুলি কার্যকরভাবে করতে সক্ষম। CPAP হল একটি ছোট মেশিন যা শ্বাসনালী খোলা রাখতে এবং শ্বাস প্রশ্বাসের বিরতি রোধ করতে কার্যকর বায়ুপ্রবাহ তৈরি করে। মেশিনটি একটি মাস্কের মাধ্যমে রোগীর সাথে সংযুক্ত থাকে। অতীতের মেশিনগুলি অনেক বড় ছিল এবং চালানোর সময়ে অনেক শব্দ হতো। মাস্কগুলিও অনেকাংশে খুব বড় ছিল এবং ব্যবহারে খুব আরামদায়ক ছিল না। এই কারণে, রোগীরা CPAP ব্যবহার করতে অনিচ্ছুক হতো। একই ভাবে, CPAP ব্যবহার করার ভয়ে স্লিপ অ্যাপনিয়ার উপসর্গ থাকা সত্বেও অনেক রোগী স্লিপ টেস্ট করতেই রাজি হতো না। তবে গত এক দশকে অনেক কিছু বদলে গেছে। CPAP মেশিন এখন অনেক ছোট এবং কার্যত শব্দহীন, এবং CPAP মাস্কগুলিও এখন অপেক্ষাকৃত ছোট এবং আরামদায়ক (চিত্র: ২ক এবং ২খ)। এটা মনে রাখা প্রয়োজন যে সব মাস্ক সবার জন্য উপযুক্ত নয়। যেহেতু একেকজনের নাক এবং মুখের আকার এবং আকৃতি একেকরকম , তাই প্রতিটি রোগীকে তাদের কাছে সবচেয়ে আরামদায়ক হতে পারে এমন একটি মাস্ক বেছে নিতে হবে। যদি একটি মাস্ক বেছে নেওয়ার পরেও কাঙ্খিত স্বাচ্ছন্দ্য পাওয়া না যায়, তখন আরেকটি ভিন্ন প্রস্তুতকারকের বা ভিন্ন শৈলীর নতুন মাস্ক খুঁজে নেয়ার চেষ্টা করতে হবে। এভাবে খুঁজলে বেশিরভাগ রোগীই এমন একটি মাস্ক খুঁজে পাবে যা তাদের জন্য আরামদায়ক হবে।

CPAP ব্যতীত স্লিপ অ্যাপনিয়ার চিকিৎসার জন্য অন্যান্য বিকল্প রয়েছে। এর মধ্যে আছে ডেন্টাল এপলায়েন্স (dental appliance), ওরাল সার্জারি এবং inspire therapy নামক বৈদ্যুতিক উদ্দীপনা ডিভাইস।

এই বিকল্পগুলি সাধারণত বেশি ব্যয়বহুল এবং এগুলি সব রোগীর জন্য কাজ নাও করতে পারে। শারীরিক স্থূলতা কমালে স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতা কমে, তবে শুধুমাত্র ওজন হ্রাস করে এই রোগটি সাধারনত পুরোপুরি নিরাময় করা যায় না।

২ক ২খ

চিত্র ২ক এবং ২খ: বিভিন্ন ধরনের আধুনিক CPAP মাস্ক

শিশুদের জন্য স্লিপ অ্যাপনিয়ার চিকিৎসা প্রাপ্তবয়স্কদের তুলনায় কিছুটা সহজ। যদি রোগের কারণটি বর্ধিত টনসিল/এডিনয়েড হয়, তবে অ্যাডেনোটনসিলেক্টমি (adenotonsillectomy) প্রায়শই রোগটি সম্পূর্ণভাবে নিরাময় করতে পারে। অভিজ্ঞ চিকিৎসকের দ্বারা অস্ত্রোপচার করলে বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই তেমন কোন জটিলতা ছাড়াই শিশুটি সাধারণত একই দিনে বাড়িতে যেতে পারে। অস্ত্রোপচারের পরেও যদি কোন শিশুর স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণগুলি অব্যাহত থাকে, তবে ৬-১২ মাস পরে আবার একটি স্লিপ স্টাডি করতে হবে। যদি এতে দেখা যায় যে স্লিপ অ্যাপনিয়ার তীব্রতা কমেছে কিন্তু পুরোপুরি চলে যায় নি, তাহলে CPAP ব্যবহার করা যেতে পারে। তবে সাধারণত শিশুর বয়স ৭ বছরের কম বা ওজন ৪০ পাউন্ডের কম হলে CPAP ব্যবহার করা হয় না।

উপসংহার

স্থূলতার হার বৃদ্ধির কারণে সব দেশেই স্লিপ অ্যাপনিয়ার প্রকোপ বাড়ছে। এই রোগ সম্পর্কে সচেতনতার অভাবে এটি প্রায়শই নির্ণয় করা যায় না। এর ফলে জীবন যাত্রার মান (quality of life) হ্রাস পায় এবং পরবর্তী জীবনে হার্ট অ্যাটাক এবং স্ট্রোকের মতো কিছু গুরুতর জটিলতা দেখা দেয়ার সম্ভাবনা থাকে। জেনারেল প্র্যাক্টিসনার (general practitioner) চিকিৎসকগণ যদি স্লিপ অ্যাপনিয়ার লক্ষণ ও উপসর্গগুলি সম্পর্কে সচেতন হন এবং তাদের কাছে আগত রোগীদের মধ্যে যাদের এই রোগের উপসর্গ আছে, তাদেরকে বিশেষজ্ঞ চিকিৎসকের শরণাপন্ন হওয়ার পরামর্শ দেন, তাহলে স্লিপ অ্যাপনিয়া দ্রুত নির্ণয়

করা সম্ভব। এর ফলে রোগীরা দ্রুত এই রোগের যথাযথ চিকিৎসা পাবে এবং পরবর্তীতে দীর্ঘমেয়াদী জটিলতা থেকে মুক্ত থাকতে পারবে।

তথ্যসূত্র

Bixler, E.O., Vgontzas, A.N., Lin, H.M., ten Have, T., Rein, J., Vela-Bueno, A., Kales, A. 2001, Prevalence of sleep-disordered breathing in women: effects of gender. Am. J. Res. Critical Care Med., 163 (3): 608-613. https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.3.9911064

Bull, M.J., Trotter, T., Santoro, S.L., Christensen, C., Grout, R.W., GENETICS, T.C.O. 2022, Health Supervision for Children and Adolescents with Down Syndrome. Pediatrics, 149 (5). https://doi.org/10.1542/peds.2022-057010.

Chokroverty, S. 2009, Sleep Disorders Medicine E-Book: Basic Science, Technical Considerations, and Clinical Aspects, Elsevier Health Sciences.

Davies, R.J., Ali, N.J., Stradling, J.R. 1992, Neck circumference and other clinical features in the diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. Thorax, 47 (2): 101-105. https://doi.org/10.1136/thx.47.2.101

del Rosso, L., Berry, R. B., Beck, S., Wagner, M. H., & Marcus, C. L. 2017, Pediatric Sleep Pearls, Elsevier Health Sciences.

Jennum, P., Riha, R.L. 2009, Epidemiology of sleep apnea/hypopnea syndrome and sleep-disordered breathing. The European Res. J., 33 (4): 907-914. https://doi.org/10.1183/09031936.00180108

Kapur, V.K., Auckley, D.H., Chowdhuri, S., Kuhlmann, D.C., Mehra, R., Ramar, K., Harrod, C.G. 2017, Clinical Practice Guideline for Diagnostic Testing for Adult Obstructive Sleep Apnea: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine, 13 (3): 479-504. https://doi.org/10.5664/jcsm.6506

Kryger, M.H., Roth, T., Dement, W.C. 2016, Principles and Practice of Sleep Medicine, Elsevier Health Sciences.

Li, K.K., Kushida, C., Powell, N.B., Riley, R.W., Guilleminault, C. 2000, Obstructive sleep apnea syndrome: a comparison between Far-East Asian and white men. The Laryngoscope, 110 (10 Pt 1): 1689-1693. https://doi.org/10.1097/00005537-200010000-00022

lo Bue, A., Salvaggio, A., Insalaco, G. 2020, Obstructive sleep apnea in developmental age. A narrative review. European J Pediatrics, 179 (3): 357-365. https://doi.org/10.1007/s00431-019-03557-8

Peppard, P.E., Young, T., Palta, M., Dempsey, J., Skatrud, J. 2000, Longitudinal study of moderate weight change and sleep-disordered breathing. JAMA, 284 (23): 3015-3021. https://doi.org/10.1001/jama.284.23.3015

Redline, S., Tishler, P. v, Hans, M.G., Tosteson, T.D., Strohl, K.P., Spry, K. 1997, Racial differences in sleep-disordered breathing in African Americans and Caucasians. Am. J. Res. Critical Care Med., 155 (1): 186-192. https://doi.org/10.1164/ajrccm.155.1.9001310

Sharma, S.K., Kumpawat, S., Banga, A., Goel, A. 2006, Prevalence and risk factors of obstructive sleep apnea syndrome in a population of Delhi, India. Chest, 130 (1): 149-156. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369215509653

Stradling, J.R., Crosby, J.H. 1991, Predictors and prevalence of obstructive sleep apnea and snoring in 1001 middle aged men. Thorax, 46 (2): 85-90. https://doi.org/10.1136/thx.46.2.85

Tufik, S., Santos-Silva, R., Taddei, J.A., Bittencourt, L.R.A. 2010, Obstructive sleep apnea syndrome in the Sao Paulo Epidemiologic Sleep Study. Sleep Med., 11 (5): 441-446. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.10.005

Vozoris, N.T. 2012, Sleep apnea-plus: prevalence, risk factors, and association with cardiovascular diseases using United States population-level data. Sleep Med., 13 (6): 637-644. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2012.01.004

Wetter, D.W., Young, T.B., Bidwell, T.R., Badr, M.S., Palta, M. 1994, Smoking as a Risk Factor for Sleep-Disordered Breathing. Archives of Internal Med., 154 (19): 2219. https://doi.org/10.1001/archinte.1994.00420190121014

Young, T., Palta, M., Dempsey, J., Skatrud, J., Weber, S., Badr, S. 1993, The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. N. Eng. J. Med., 328 (17): 1230-1235.

Young, T., Shahar, E., Nieto, F.J., Redline, S., Newman, A.B., Gottlieb, D.J., Walsleben, J.A., Finn, L., Enright, P., Samet, J.M., Sleep Heart Health Study Research Group. 2002, Predictors of sleep-disordered breathing in community-dwelling adults: the Sleep Heart Health Study. Archives of Internal Medicine, 162 (8): 893–900. https://doi.org/10.1001/archinte.162.8.893

REVIEW PAPER

The Quantum Entanglement Theory and the 2022 Nobel Prize in Physics

Ragib A. Khan

Freelance Author and Researcher
Leonard Bernstein Strasse 4-6/9/38
1220 Vienna, Austria, +43

Corresponding Email: ragibahsankhan@gmail.com

Received: 01/19/2023; Accepted: 02/19/2023

https://doi.org/10.5281/zenodo.7868704

ABSTRACT

Albert Einstein was one of the key architects of the Quantum Mechanics theory. His Theory of Relativity was a deterministic one. In 1927, Werner Heisenberg proposed his Uncertainty Principle, a key piece of quantum theory, which was indeterministic. With this, indeterminism was introduced to the scientific world. Einstein protested Heisenberg's Uncertainty Principle, and in 1935, to defend determinism, Einstein published a thought experiment: the famous EPR (Einstein Podolsky Rosen) theory along with Nathan Rosen and Boris Podolsky. In 1964, John Stuart Bell intensively reviewed the EPR theory. To verify the correctness of EPR theory, he proposed another thought experiment which would need a mechanical set up. In 1967, Carl Kocher first performed a mechanical experiment to verify Bell's theory. Subsequently, John Clauser and Alain Aspect made several modifications of Carl Kocher's experiment and did not find any hidden variables, which substantiated Bell's theory. In 1993, C.H. Bennett and his team proposed the theoretical Quantum Teleportation concept. Indeed, in 1997, through experiment, Popescu and his team, and Zeilinger and his team independently proved that quantum teleportation is possible. In 2022, for their contribution to quantum mechanics, John Clauser, Alain Aspect, and Anton Zeilinger were ararded the Nobel Prize in physics.

Key Words: Entanglement, Quantum information, EPR Paradox, thought experiment, Bell Theorem, Quantum Teleportation

Cite this article as: *Khan, R.A. 2023,* The Entanglement Theory and the 2022 Nobel Prize in Physics*, Bangla J. Interdisciplinary Sci., **1**(1): 11-24.*

কোয়ান্টাম এনটেংগেলমেন্ট তত্ত্ব এবং পদার্থবিদ্যায় ২০২২ সালের নোবেল প্রাইজ

সারাংশ

কোয়ান্টাম তত্ত্বের অন্যতম স্থপতি আলবার্ট আইনস্টাইনের (Albert Einstein) আপেক্ষিক তত্ত্ব ছিল নিশ্চয়তাবাদী (Deterministic)। ১৯২৭ সালে বিজ্ঞানী ওয়ার্নার হাইজেনবার্গ (Werner Heisenberg) তাঁর অনিশ্চয়তা তত্ত্ব উপস্থাপন করেন, তার অনিবার্য পরিণতি হিসেবে বিজ্ঞানে প্রবেশ করে অনির্দিষ্টবাদ (Indeterminism)। আইনস্টাইন তার প্রতিবাদ করেন এবং Entanglement ধারণাকে প্রস্তাব করেন EPR (Einstein, Podolsky, Rosen) তত্ত্বে, যেখানে বিজ্ঞানী বরিস পডোলস্কি (Boris Podolsky) ও বিজ্ঞানী নাথান রোজেন (Nathan Rosen) সংযুক্ত ছিলেন। তখনো সেটি ছিল একটি Thought Experiment মাত্র। ১৯৬৪ সালে বিজ্ঞানী জন বেল EPR তত্ত্বের ওপর একটি প্রযুক্তিগত উপায় বা thought experiment প্রস্তাব করেন। তাঁর এ কাজটিই হলো ইতিহাস বিখ্যাত Bell Theorem। তত্ত্বটিকে Bell inequalityও বলা হয়। বিজ্ঞানী কার্ল কখার (Carl Kocher) ১৯৬৭ সালে প্রথম বিজ্ঞানী বেলের তত্ত্বটির একটি প্রযুক্তিগত পরীক্ষণ করেন। তারপরই এগিয়ে আসেন বিজ্ঞানী জন ক্লাউজার, অ্যালে আস্পে (Alain Aspect)। ১৯৯৩ সালে C.H. Bennett এবং তাঁর গবেষকদল আরেকটি গবেষণাপত্রের মাধ্যমে Entanglement তত্ত্বের নতুন যে দিকটির উন্মোচণ করেন, তা হলো Quantum Teleportation ধারণা। ১৯৯৭ সালে সেটি প্রথম প্রযুক্তিগতভাবে প্রদর্শন করেন বিজ্ঞানী পপেস্কু এবং প্রফেসর সাইলিংগারের গবেষকদল। এ ক্রমবিকাশের প্রক্রিয়াটিতে মৌলিক অবদানের জন্য পদার্থবিদ্যায় ২০২২ সালে নোবেল প্রাইজ পেলেন বিজ্ঞানী জন ক্লাউজার (John Clauser), অ্যালে আস্পে (Alain Aspect) এবং আন্টন সাইলিংগার (Anton Zeilinger)।

মূল শব্দগুলি: Entanglement, Quantum information, EPR Paradox, thought experiment, Bell Theorem, Quantum Teleportation

ভূমিকা

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানে মূলত তিনটি মৌলিক আবিষ্কারের মাধ্যমে বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক ও প্রাযুক্তিক এলাকায় একটা আমূল পরিবর্তন ঘটে। প্রথম বিপ্লবটি ঘটে বিজ্ঞানী আইজ্যাক নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ শক্তি আবিষ্কারের মাধ্যমে, দ্বিতীয় বিপ্লবটি সংগঠিত হয় আলবার্ট আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্বের মাধ্যমে এবং তৃতীয় বিপ্লবটি সংগঠিত হয় কোয়ান্টাম পদার্থবিদ্যার উদ্ভবের মাধ্যমে। কোয়ান্টাম পদার্থবিদ্যার আরেকটি দিক বর্তমানে বিকাশমান তা হলো: কোয়ান্টাম তথ্যবিজ্ঞান এবং কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশন। এ দুটি আবিষ্কার আমাদের আরেকটি অজানা জগতের সাথে পরিচয় করিয়ে দিচ্ছে এবং আমাদেরকে জ্ঞানের সাধনায় আরেকটি উচ্চতর স্তরে নিয়ে যাচ্ছে।

বিজ্ঞানী নিউটন প্রথম মাধ্যাকর্ষণ শক্তির বৈজ্ঞানিক ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন করেন। কিন্তু তিনি দুটি দূরবর্তী স্থানে অবস্থানরত বস্তুর মাঝে কিভাবে এ আকর্ষণ কাজ করে তার ব্যাখ্যা খুঁজে পাননি। এ সমস্যাটিকে তিনি বলেছেন "Action at a Distance" (Newton, 2007) এবং বলে যান, এ প্রশ্নের উত্তর করবে ভবিষ্যৎ প্রজন্ম। বিজ্ঞানী নিউটনের এই প্রশ্নটি হলো এনটেংগেলমেন্ট (Entanglement) তত্ত্বের উদ্ভবের প্রথম পরোক্ষ ইঙ্গিত।

আইনস্টাইন এসে বিজ্ঞানের জগতে এক বিশাল বিপ্লব ঘটালেন। দেশ ও কালের বক্রতা (Curvature) থেকে তিনি দুটি দূরবর্তী অবস্থানে অবস্থানরত বস্তুর মধ্যে আকর্ষণের (মাধ্যাকর্ষণ শক্তি) আপেক্ষিক ব্যাখ্যা দিলেন। নিউটনের তত্ত্বে সময় ছিল চিরস্থির; আইনস্টাইন বললেন সময় স্থির নয়, সময় পরিবর্তনশীল রাশি; সময়ের পরিমাপ গতির দ্রুততার ওপর নির্ভর করে। তিনি তাঁর কালজয়ী $E = mc^2$ সমীকরণটির মাধ্যমে বস্তুরও নতুন সংজ্ঞা দিলেন এবং তিনি আলোর গতিকেই সর্বোচ্চ সীমা বলে সিদ্ধান্ত দিলেন। আইনস্টাইনের বস্তুর অবস্থান ও গতির নতুন ব্যাখ্যাই হলো কোয়ান্টাম তত্ত্বের উদ্ভবের অন্যতম ভিত্তিমূল; এখানেই আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্বের সাথে কোয়ান্টাম তত্ত্বের বিরোধ বাধে এবং ওঠে আসে Entanglement তত্ত্ব। এ তত্ত্বেরও আদি স্বপ্নদ্রষ্টা আইনস্টাইন। এখানে চমৎকার ঘটনাটি হলো তিনি একই সাথে কোয়ান্টাম তত্ত্বের বিকাশের অন্যতম প্রধান স্থপতি।

১৯২৭ সালে বিজ্ঞানী হাইজেনবার্গের (Werner Heisenberg) অনিশ্চয়তাবাদ তত্ত্ব (Uncertainty Principle) প্রকাশিত হয় (NASA, 1983; Jha, 2013)। তাঁর তত্ত্বের মূল কথা ছিল আমরা যুগপৎ কোনো সাব এটমিক উপাদানের স্থান ও গতি নির্ণয় করতে পারি না। কোনো সাব এটমিক উপাদানের অবস্থান নির্ণয় করতে গেলে গতির অবস্থান বদলে যায়। অন্যদিকে গতির পরিমাণকে নির্নয় করতে গেলে সঠিক অবস্থানকে নির্ণয় করা যায় না। বিজ্ঞানে এ অনিশ্চয়তার অনুপ্রবেশের সাথে সাথে প্রথম আইনস্টাইন প্রতিবাদ করেন। কারণ তাঁর আপেক্ষিক তত্ত্ব নিশ্চয়তাবাদী এবং বিজ্ঞানে অনিশ্চয়তাকে মেনে নিলে জ্ঞান অনির্দিষ্ট (Indeterministic) হয়ে পড়ে এবং সেখানে কার্য-কারণ (Cause-effect Theory) তত্ত্বও কাজ করে না। কার্য-কারণ তত্ত্বে বলা হয় প্রতিটি কাজের একটি কারণ আছে।

এ সমস্যার সমাধানের জন্য এবং বিজ্ঞানে নির্দিষ্টবাদকে রক্ষা করার জন্য আইনস্টাইন ১৯৩৫ সালে বিজ্ঞানী বরিস পডোলস্কি এবং নাথান রোজেনের সাথে বিখ্যাত "Thought Experiment" EPR তত্ত্ব প্রস্তাব করেন। এখানে অবিস্মরণীয় বিষয়টি হলো আইনস্টাইন বিজ্ঞানে অনিশ্চয়তার বিরুদ্ধে প্রতিবাদ করতে গিয়ে কোয়ান্টম তত্ত্বের আরেকটি মৌলিক দিককে গবেষণায় নিয়ে আসেন।

কোনো কোয়ান্টাম সিস্টেমের উপাদানগুলি কোনো কোয়ান্টাম স্টেটে Superposition এ থাকতে পারে। তখন সিস্টেমের উপাদানগুলি মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এ অবস্থাকে বলা হয় উপাদান দুটি Entanglement state এ অবস্থান করছে। আর তা যদি সত্য হয়, তবে তা আপেক্ষিক তত্ত্বের মূলে আঘাত- যা আইনস্টাইন কিছুতেই মেনে নিতে পারছিলেন না। যেমন: কোনো সিস্টেমে যখন দুটি ইলেকট্রন Entangled অবস্থায় থাকে এবং একটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণনকে (Rotation) মাপা হয় তার পরিমাণ, অন্য ইলেকট্রনটির ক্ষেত্রেও একই হয়; এ ক্ষেত্রে অন্য ইলেকট্রনটির পরিমাপ না করেই তার অবস্থান সম্পর্কে সঠিকভাবে জানা যায় এবং এই ঘটনাটি ঘটে সাথে সাথে। সুতরাং বিশাল দূরত্বের ক্ষেত্রেও একই ঘটনা

ঘটবে। তাহলে আইনস্টাইনের সিদ্ধান্ত, "আলোর গতিই স্বতঃসিদ্ধ এবং সর্বোচ্চ"- ভুল প্রমাণিত হয় এবং বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে ঢুকে পড়ে অনিশ্চয়তাবাদ। আইনস্টাইন একে "Spooky action at a distance" (Brubaker, 2021) বলেছেন। কারণ এ সমস্যার উত্তর তাঁরও জানা ছিল না। আধুনিক বিশ্বের বিজ্ঞানীরা এ প্রশ্নের ওপর গবেষণা করেই কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশন প্রযুক্তি (Quantum Teleportation Technology) আবিষ্কার করেছেন।

EPR-Paradox

গবেষণাপত্রটির শিরোনাম ছিল "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be considered Complete?" আইনস্টাইন কোয়ান্টাম তত্ত্বের অবস্থান ও গতির অনিশ্চয়তাকে দূর করার জন্য এবং বিজ্ঞানে নিশ্চয়তাবাদকে (Determinism) প্রতিষ্ঠা করার জন্য EPR তত্ত্ব প্রস্তাব করেন; যেখানে তিনি বলেন, এ তত্ত্বে সম্ভবত কোনো সুপ্ত পরিবর্তনশীল (Hidden variable) কিছু একটা আছে, তা আবিষ্কার করতে পারলেই বিজ্ঞানের এলাকা থেকে অনিশ্চয়তাবাদ দূর হবে। তাই কোয়ান্টাম তত্ত্ব সঠিক হলেও অসম্পূর্ণ। "Element of reality" কোয়ান্টাম তত্ত্বে অনুপস্থিত এবং এ অসম্পূর্ণতাকে কোনো "Hidden variable" যুক্ত করে দূর করা যায় (Einstein, 1935)।

EPR তত্ত্বে Thought experiment হিসেবে কোনো সিস্টেমে একজোড়া সাব এটমিক উপাদানকে একটি সিস্টেমে কল্পনা করা হয়। এ জোড়াটিকেই পরবর্তীতে বিজ্ঞানীরা "Entangled State" হিসেবে উপস্থাপন করেন। খুব সংক্ষেপে এনটেগেলমেন্টের ব্যাখ্যা হলো, এটমিক জগতে যখন দুটি উপাদান, যেমন: যখন দুটি ফোটন বা দুটি ইলেকট্রন একত্রে অবস্থান করে তখন তাদের মধ্যে একটা অচ্ছেদ্য যোগাযোগ তৈরি হয়। তারা তখন একটা সুপার পজিশনে থাকে এবং একই সময়ে তারা "spin up"ও "spin down" হিসেবে থাকে। মাপন প্রক্রিয়া শুরু করার পূর্ব পর্যন্ত তাদের সঠিক বাস্তবতা আমরা জানতে পারি না। এসময় তাদের মধ্যে কিছু কোরিলেশন তৈরি হয়। যখন গবেষণাগারে তাদেরকে পৃথক করা হয় তখনো তাদের মধ্যে যোগাযোগ থাকে। এটি বিশাল দূরত্ব পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে। তার অর্থ হলো, যখন আমরা একটা উপাদানকে মাপি তখন অন্য উপাদানটি সম্পর্কেও আমরা সাথে সাথে জেনে যাই।

এখানে তাঁরা বলেন, যদি ঐ সিস্টেমের একটি উপাদানের অবস্থান মাপা হয়, তবে দ্বিতীয় গতিশীল উপাদানটির অবস্থান সম্পর্কে সঠিক ভবিষ্যদ্বাণী করা যায়। ঠিক একইভাবে যদি কোনো একটি উপাদানের গতিবেগকে মাপা হয়, তবে তার ফলাফল থেকে দ্বিতীয় উপাদানটির গতিবেগের ফলাফলকেও ভবিষ্যদ্বাণী করা যায়। এখানে প্রথম উপাদানটির ক্ষেত্রে কোনো পরিবর্তন করা হয়নি। কিন্তু তাদের মধ্যে তাৎক্ষণিক যোগাযোগ হয়ে যাচ্ছে; সমস্যাটি ঠিক এইখানেই। তাদের মধ্যে যদি সাথে সাথে যোগাযোগ হয় তাহলে আপেক্ষিক তত্ত্বের আলোর গতির সর্বোচ্চ সীমা লঙ্ঘিত হয়। তাই তাৎক্ষণিক যোগাযোগ কিভাবে সম্ভব? তাহলে আলোর গতির ধ্রুবকত্ব বিঘ্নিত হয়।

সুতরাং উপর্যুক্ত ব্যাখ্যার প্রেক্ষাপটে কোয়ান্টাম তত্ত্ব অসম্পূর্ণ। কারণ তারা উপাদানদ্বয়ের সঠিক বস্তুগত চরিত্রকে ব্যাখ্যা করতে পারে না। এ পরীক্ষায় যদি দুটি ফোটনকে ব্যবহার করা হয়, যারা অবশ্যই

কিছু উপাদান বা বৈশিষ্ট্যের অধিকারী। এর ব্যাখ্যা কোয়ান্টাম তত্ত্বে নেই এবং এ কারণেই কোয়ান্টাম তত্ত্বে অনিশ্চয়তার উদ্ভব হয়।

EPR তত্ত্বের সিদ্ধান্তে তাঁরা বলেন "While we have thus shown that the wave function doesn't provide a complete description of the physical reality, we left open the question of whether such a description exists. We believe, however, that such a theory is possible" (Bell, 1987).

বেল থিউরেম (Bell Theorem)

EPR তত্ত্ব প্রকাশিত হওয়ার পর বিজ্ঞানী মহলে সাড়া পড়ে যায়। বিজ্ঞানী জন বেল (John Stewart Bell) ১৯৬৪ সালে EPR তত্ত্বের অমীমাংসিত প্রশ্ন ও সমস্যাগুলিকে সমাধানের জন্য গবেষণা শুরু করেন এবং তাঁর সুবিখ্যাত Bell's inequality তত্ত্ব প্রস্তাব করেন।

Bell's inequality তত্ত্বের মূল কথা হলো EPR তত্ত্বের প্রস্তাবিত এনটেংগেলমেন্ট তত্ত্বে যদি হিডেন ভেরিয়েবল যোগ করে পরীক্ষণটি করা হয়, তবে EPR তত্ত্বের সিদ্ধান্ত সঠিক। অর্থ্যাৎ পরীক্ষণে উপাদানগুলির গতি আলোর গতির চেয়ে কম বা বড়জোর সমান হয়।

অন্যদিকে পরীক্ষণটিতে যদি হিডেন ভেরিয়েবল যোগ করা না হয় তবে সেখানে উপাদানগুলির মধ্যে যোগাযোগ আলোর গতির চেয়ে দ্রুত হয়। ফলে কোয়ান্টাম তত্ত্বের বক্তব্য সঠিক প্রমাণিত হয় এবং EPR তত্ত্বের ভবিষ্যদ্বাণী ভুল প্রমাণিত হয়। বিজ্ঞানী বেলের এ সিদ্ধান্তটি ছিল একটা গাণিতিক সিদ্ধান্ত, যাকে Thought experiment ও বলা যায়। এটিই হলো Bell inequality Theorem। কোয়ান্টাম তত্ত্বের অনির্দিষ্টবাদী বক্তব্যের সাথে বিজ্ঞানের নির্দিষ্টবাদের (Principle of local reality) দ্বন্দ্বের ক্ষেত্রে বিজ্ঞানী বেল তাঁর গবেষণার ফলাফলগুলির প্রেক্ষাপট বিবেচনা করে এ সিদ্ধান্তে আসেন: "If (a hidden variable theory) it is local, it will not agree with quantum mechanics, and if it agrees with quantum mechanics, it will not be local" (Nobelprize.org, 2022)।

সুতরাং এ পরিস্থিতিতে বিজ্ঞানীরা দুটি অমীমাংসিত প্রশ্নের সম্মুখীন হন:

- বিজ্ঞানী বেলের তত্ত্বের একটি প্রযুক্তিগত পরীক্ষণ ও প্রমাণ
- এনটেংগেলমেন্ট তত্ত্বে কোনো হিডেন ভেরিয়েবল আছে কি না, তার প্রযুক্তিগত পরীক্ষণ করা।

এ প্রশ্নের উত্তর প্রদানের জন্য অর্থ্যাৎ প্রযুক্তিগত পরীক্ষা-প্রমাণের জন্য এগিয়ে আসেন কার্ল কখার এবং কামিন্স (Cummins)। তাঁদের পরীক্ষণের সূত্র ধরেই এগিয়ে আসেন আরো কয়েকজন বিজ্ঞানী। তাঁদের মধ্যে ছিলেন জন ক্লাউজার এবং অ্যালে আস্পে। এখানে তাঁদের পরীক্ষণগুলির মূল ধারার একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ তুলে ধরা হয়েছে; যেগুলির ভিত্তির ওপর নির্ভর করেই প্রফেসর সাইলিংগার ও তাঁর গবেষকদল কোয়ান্টাম টেলিপোরটেশন তত্ত্বে উপনীত হন।

কার্ল কখার এবং কখেন-স্পেকার থিউরেম (Carl Kocher and Kochen-Specker Theorem):

১৯৬৬ সালে বিজ্ঞানী বেল বলেছিলেন, তাঁর তত্ত্ব একটি "No-go theorem"। তাঁর এ মন্তব্যের সূত্র ধরে এগিয়ে আসেন সাইমন কখেন (Simon B. Kochen) এবং আর্নেস্ট স্পেকার (Ernest Specker)।

তাঁরা দুজনে বেল তত্ত্বের বক্তব্যকে বাস্তবে পরীক্ষা করার জন্য একটি গাণিতিক অবকাঠামো প্রণয়ন করেন। গবেষণাটি প্রকাশিত হয় ১৯৬৮ সালে (Kohen and Specker, 1968)। কখেন- স্পেকার তাঁদের পরীক্ষণে কিছু গাণিতিক বাধ্যবাধকতা (Constrain) যুক্ত করেন; যেগুলি সুপ্ত পরিবর্তনশীল রাশি তত্ত্বের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ। তার মাধ্যমে কোনো বিষয়-নিরপেক্ষ (Context-independent) পদ্ধতিতে কোয়ান্টাম তত্ত্বের ভবিষ্যদ্বাণীগুলির ওপর পরীক্ষণগত যাচাই সম্ভব। বেলের তত্ত্বের সাথে কখেন-স্পেকার তত্ত্বের মূল পার্থক্য হলো, বিজ্ঞানী বেল Hidden variable এর অস্তিত্বকে কেবল Nonlocality ধারণার মাধ্যমে বৈধতা দেয়ার চেষ্টা করেছেন, আর কখেন-স্পেকার contextualitty ধারণার মাধ্যমে তা বাস্তবেপরীক্ষা করে দেখার প্রস্তাব করেন। কোয়ান্টাম তত্ত্বের ইতিহাসে এটি Kochen-Specker (KS) Theorem নামে পরিচিত। অনেক সময় এটিকে Bell-Kochen-Specker তত্ত্বও বলা হয়।

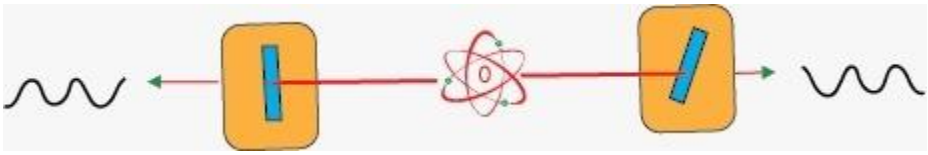
কিন্তু বেল-তত্ত্বের বাস্তব পরীক্ষণের প্রথম কাজটি করেন কার্ল কখার (Carl Kocher) ১৯৬৭ সালে। এটি ছিল তাঁর Ph.D. থিসিস (Kocher, 1967)। তখন কার্ল কখার ক্যালিফোর্নিয়ার বার্কলে বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রফেসর কমিনস (Commins) এর অধীনে Ph.D. করছিলেন (১৯৬৪-১৯৬৭) এবং ঐ একই সমস্যার ওপর গবেষণা করছিলেন; তবে তিনি তা করছিলেন পরীক্ষণের মাধ্যমে, গবেষণাগারে। কখার, কখেন-স্পেকারের প্রণীত পরীক্ষণটির বাস্তবায়নের জ্যামিতিক প্রস্তাবের আগেই Constrain কে পরীক্ষণের সাথে যুক্ত করে, পরীক্ষাটি সম্পন্ন করেছিলেন। কিন্তু তখনো তাঁদের মধ্যে কোনো যোগাযোগ ছিল না। চমৎকার বিষয়টি হলো তাঁর গবেষণাপত্রটি প্রকাশিত হয় ১৯৬৭ সালের এপ্রিল মাসে (Kocher-Commins,1967)। এখানে কার্ল কখারের কৃতিত্ব হলো তিনি প্রথম Constrain যুক্ত করে প্রযুক্তিগত পরীক্ষণটি করেন এবং বাস্তবে প্রথম এনটেংগেলমেন্ট তৈরি করেন। বিজ্ঞানী কখার তাঁর পরীক্ষণে কিছু বাধ্য-বাধকতা যুক্ত করে বাস্তবে সুপ্ত পরিবর্তনশীল রাশির অনুসন্ধানের পথ খুলে দেন। সুতরাং পরবর্তী গবেষকদের কাছে প্রশ্ন হলো বাস্তবে সত্যি কোনো পরিবর্তনশীল রাশি আছে কি-না তা পরীক্ষা করে দেখা এবং পরীক্ষণগুলি থেকে গাণিতিক বাধ্য বাধ্যকতাগুলিকে বর্জন করা।

জন ক্লাউজার (John Clauser)

কখার-কমিনসের পরীক্ষণটির পর বিজ্ঞানী জন ক্লাউজার প্রশ্ন দুটির সমাধানকল্পে পরবর্তী গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখেন। তিনি বিজ্ঞানী বেল এর সিদ্ধান্তকে পুরোপুরি প্রত্যাখ্যান বা গ্রহণ করেন নি। তিনি কলম্বিয়া বিশ্ববিদ্যালয় থেকে Ph.D. শেষ করে পোস্ট ডক' এর জন্য বার্কলে বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন। এখানে তিনি প্রফেসর কমিনসের সাথে যোগাযোগ করেন এবং তাঁদের (কখার-কমিনস) পরীক্ষণটির উপর আরো কাজ করার অনুমতি প্রার্থনা করেন (Clauser, 1992)। প্রফেসর কমিনস সানন্দে অনুমতি দেন এবং তাঁদের ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলি ব্যবহারেরও অনুমতি দেন। শুধু তাই নয়, কমিনস তাঁর গ্রাজুয়েট ছাত্র Stuart Freedman কে তাঁর সাথে কাজ করার অনুমতি দেন। ফ্রিডম্যান এবং ক্লাউজার, কার্ল কখারের ব্যবহৃত পুরোনো যন্ত্রপাতিগুলির সাহায্যে বিশ্ববিদ্যালয়ের বেজমেন্টে গড়ে তোলেন তাঁদের গবেষণাগার।

তিনি প্রথমে একটি বাস্তব পরীক্ষণের পরিকল্পনা করেন; যার মাধ্যমে বেলের Bell's Inequality তত্ত্বকে পরীক্ষা করে দেখা যায় (Nobelprize.org, 2022)। তাঁর পরীক্ষণটি ছিল এক জোড়া যমজ উপাদানকে

বিপরীত দিকে নিক্ষেপ করে ফোটনগুলির মেরুপ্রবণ (Polarization) বৈশিষ্ট্য পর্যবেক্ষণ করা এবং তাদের মূল্যায়ন করা।



চিত্র ১: জন ক্লাউজার ক্যালসিয়ামের অণুকে বিশেষ ধরনের আলোর মাধ্যমে উদ্দীপিত করে ফোটনের যমজ-জোড়া তৈরি করেন। তিনি পরীক্ষণ সেটিংটির দুই প্রান্তে দুটি ফিল্টার স্থাপন করেন, যমজ ফোটনের পোলারাইজেশন মাপার জন্য। তিনি এই পরীক্ষণ প্রক্রিয়াটির বহুবার পুনরাবৃত্তি করে প্রমাণ করেন যে, সেখানে বেল ইনইকুয়ালিটি লঙ্ঘিত হয় (Source: Nobelprize.org, 2022)।

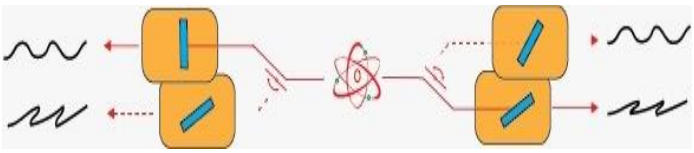
জন ক্লাউজার একটি পরীক্ষণ-সেটিং (Apparatus) তৈরি করেন; যেটি একই সময়ে দুটি যমজ ফোটন বিকিরণ করতে পারে। এখানে দুটি ফোটনকেই দুটি ফিল্টারের দিকে প্রক্ষেপণ করা হয়; যেখান থেকে তাদের পোলারাইজেশন পরীক্ষা করা যায়। ১৯৭২ সালে তিনি ছাত্র ফ্রিডম্যানের (Sturt Freedman) সাথে পরীক্ষাটি করেন এবং দেখান যে, তাঁদের পরীক্ষণে ফোটনদ্বয় পরিষ্কারভাবে বেল ইনইকুয়ালিটিকে লঙ্ঘন করে এবং কোয়ান্টাম তত্ত্বের ভবিষ্যদ্বাণী সঠিক (Clauser and Freedman,1972)।

জন ক্লাউজার পরবর্তী বছরগুলিতে আরো কয়েকজন বিজ্ঞানীর সাথে উপর্যুক্ত পরীক্ষাটির বিভিন্ন সীমাবদ্ধতার ওপর অনুসন্ধান চালিয়ে যেতে থাকেন। তাঁর প্রদর্শিত পরীক্ষণে গণন প্রক্রিয়াটি পূর্ব-নির্ধারিত (Pre-set), সে কারণে অন্য সুপ্ত উপাদানগুলিকে চিহ্নিত (Detect) করা যায় না। তাই যদি হয় তবে উপাদানগুলি এ পর্যায়েও সুপ্ত পরিবর্তনশীল রাশি সম্পন্ন হতে পারে; তাছাড়া সেখানে ফিল্টার থাকে, যাদেরকে সরল রৈখিক নির্দেশনায় স্থাপন করা হয়েছিল। এখানে একজন পর্যবেক্ষক এ ধরনের প্রশ্ন তুলতে পারেন যে, এ সুনির্দিষ্ট সেট-আপের জন্য উপাদানগুলির মধ্যে শক্তিশালী Correlation থাকতে পারে এবং hidden variable বহন করতে পারে।

পরীক্ষণের এ দুর্বলতাটি (Loophole) অত্যন্ত জটিল ও কঠিন। কারণ কোয়ান্টাম স্টেটগুলি ঘনিষ্ঠভাবে জড়ানো-পাকানো অবস্থায় থাকে এবং খুব সহজে সেগুলি ভেঙে যায়। সে কারণে তাদেরকে সুনির্দিষ্ট শৃঙ্খলায় নিয়ে আসা খুবই কঠিন। সুতরাং এখানে প্রয়োজন ফোটনের ওপর আলাদা আলাদাভাবে পরীক্ষাটি চালানো।

এখানে বিজ্ঞানী জন ক্লাউজারের মূল কৃতিত্ব হলো তিনি প্রাযুক্তিকভাবে প্রমাণ করেন যে, এনটেংগেলমেন্টের উপাদানগুলি Bell inequality কে অতিক্রম করে যায়। অর্থ্যাৎ তা আলোর গতির চেয়ে দ্রতগতিসম্পন্ন।

তবে বিজ্ঞানী ক্লাউজারের এ সফল পরীক্ষার মধ্যেও বেশ কিছু দুর্বলতা (Loophole) ছিল, অ্যালে আস্পে সেগুলির সমাধান দেন।



চিত্র ২: (উপরে) জন ক্লাউজার তাঁর পরীক্ষণে ক্যালসিয়াম অণু ব্যবহার করেন এবং বিশেষ ধরনের আলোকপাতের মাধ্যমে তাদেরকে উদ্দীপিত করে যমজ-জোড়া তৈরি করেন। ফোটনের পোলারাইজেশন মাপার জন্য উভয় পার্শ্বে দুটি ফিল্টার স্থাপন করেন। পরীক্ষাটি বেশ কয়েকবার পুনরাবৃত্তি করে তিনি প্রমাণ করেন যে, এখানে বিজ্ঞানী বেলের ইনইকুয়ালিটি প্রস্তাব লঙ্ঘিত হয়।

(নিচে) অ্যালে আস্পে এ পরীক্ষাটিকে আরো বিকশিত করে তোলেন এবং অণুগুলিকে উত্তেজিত করার জন্য ভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বন করেন। এ কারণে ফোটনগুলি উচ্চহারে বিচ্ছুরিত হতে থাকে। তিনি তাঁর এ সেটিং দুটির মধ্যে পরীক্ষাটি সাথে সাথে বদলাতে পারতেন; সে কারণে সিস্টেমগুলির মধ্যে কোনো পূর্ব-তথ্য থাকতে পারত না। সুতরাং প্রাপ্ত ফলাফলের ক্ষেত্রেও কোনো প্রভাব পড়ত না (Source: Nobelprize.org, 2022)।

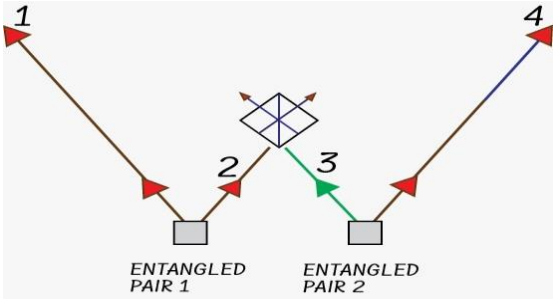
অ্যালে আস্পে (Alain Aspact)

জন ক্লাউজারের গবেষণার এ সমস্যা সমাধানের জন্য এগিয়ে আসেন ফ্রান্সের বিজ্ঞানী অ্যালে আস্পে। তিনি ১৯৮০ থেকে ১৯৮২ সালের মধ্যে জন ক্লাউজারের গবেষণাটির সেটিং এর আরো উন্নত সংস্করণ তৈরি করেন। সেখানে ফোটনগুলিকে দুটি ভিন্ন ফিল্টারের মাধ্যমে ভিন্ন ভিন্ন কৌণিক অবকাঠামোতে পাঠানো এবং ফোটন উৎপাদন ও প্রক্ষেপণের পর তাদের দিককে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব ছিল। ফিলটারগুলির মধ্যে দূরত্ব ছিল মাত্র ছয় মিটার। সুতরাং তাদের দিক পরিবর্তনের সময়টি ছিল এক সেকেন্ডের কয়েক বিলিয়ন ভাগ ক্ষুদ্র। তাছাড়া ফিলটারের একদিকের তথ্য অন্য পার্শ্বে যেতে পারে না এবং এ কারণে পরীক্ষাটি পরীক্ষণের ফলাফলের ওপরও কোনো প্রভাব পড়ে না। এ পরীক্ষণটির মাধ্যমে বিজ্ঞানী আস্পে পূর্ববর্তী পরীক্ষণগুলির দুর্বলতা দূরিভূত করেন এবং প্রমাণ করেন যে, এখানে কোনো Hidden variable নেই। ফলে কোয়ান্টাম তত্ত্বের ভবিষ্যদ্বাণী সত্য (Nobelprize.org, 2022)।

বিজ্ঞানী বেল তাঁর ১৯৮৭ সালে প্রকাশিত বইটির ৮৯ পাতায় উপর্যুক্ত কাজগুলির মূল্যায়ন করেছেন এভাবে, "I think that future generations should be grateful to those who bring these matters out of the realm of gedanken experiment into that of real experiment" (Bell, 1987).

আন্টন সাইলিংগার ও টেলিপোরটেশন

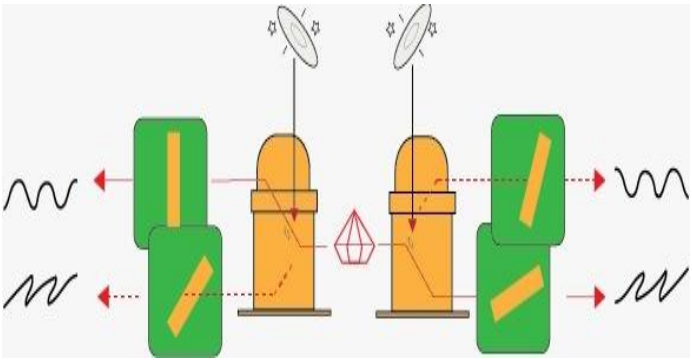
বিশ শতকের আশির দশকে এ্যালো আস্পের গবেষণার ওপর বিজ্ঞানীরা গবেষণা চালিয়ে যেতে থাকেন। ১৯৯৩ সালে এনট্যাংগেলম্যান্ট তত্ত্বের প্রযুক্তিয়ানের ওপর একটি গবেষণাপত্র প্রকাশিত হয় এবং শুরু হয় প্রযুক্তিয়ায়নের আরেকটি নতুন ধারা (Bennet, 1993)। এখানে বিজ্ঞানীরা প্রথম কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশনের কথা বলেন। ১৯৯৭ সালে প্রায় একই সময়ে স্যান্ডু পপেস্কু (Sandu Popescu) (Boschi,1997) এবং প্রফেসর আন্তন সাইলিংগার (Bouwmeester et al.,1997) প্রস্তাবটির পরীক্ষণগত প্রমাণ প্রদর্শন করেন।



চিত্র ৩: এখানে দুটি ভিন্ন উৎস থেকে দুজোড়া যমজ উপাদান বর্হিগত হচ্ছে। এখানে দুটি জোড়ার একটি করে উপাদানকে বিশেষ উপায়ে যুক্ত করে যমজ করা হয়। অন্য দুটি উপাদানও (চিত্রের ১ এবং ৪) তখন যমজ জোড়ায় পরিণত হয় এবং এভাবে তাঁরা দুটি উপাদানের মধ্যে যমজত্ব প্রতিষ্ঠা করেন, যাদের মধ্যে ইতঃপূর্বে কোনো যোগাযোগ ছিলনা (Source: Nobelprize.org, 2022)।

২০০৬ সালে এক সাক্ষাৎকারে প্রফেসর সাইলিংগার টেলিপোরটেশনের সংজ্ঞায়ন করেন এভাবে: "Transfering the light particles over certain distances onto other light particles with no time delay. The procedure is based on phenomena which exist only in the quantum world and is known as "quantum teleportation" (Weltwoche, 2006)।

কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশন এমন একটি প্রযুক্তি, যার মাধ্যমে একজন প্রেরক কোনো একটি অবস্থান থেকে অনির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত আরেকজন প্রাপকের কাছে কোয়ান্টাম তথ্যকে পাঠাতে পারে। প্রচলিত অর্থে আমরা টেলিপোর্টেশন বলতে বুঝি কোনো বস্তুগত অস্তিত্বকে এক অবস্থান থেকে অন্য অবস্থানে প্রেরণ করাকে। আর কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশনের মাধ্যমে প্রেরণ করা হয় কেবল তথ্যকে।



চিত্র ৪: প্রফেসর আন্তন সাইলিংগার বেল ইনইকুয়ালিটির ওপর আরো পরীক্ষণ করেন। তিনি একটি বিশেষ ধরনের ক্রিস্টালের ওপর উজ্জ্বল লেজার রশ্মি প্রক্ষেপণের মাধ্যমে ফোটনের যমজ-জোড়া তৈরি করেন। এ সেটিং দুটির মাপন প্রক্রিয়ার মধ্যে তাৎক্ষণিক পরিবর্তন করা সম্ভব। তিনি একটি পরীক্ষণে দুরবর্তী গ্যালাক্সির সিগন্যাল ব্যবহার করেন ফিল্টারগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এবং এ পরীক্ষণের মাধ্যমে তিনি নিশ্চিত করেন সিগনালের মাধ্যমে ফিল্টারগুলি প্রভাবিত হয় না (Source: Nobelprize.org, 2022)।

প্রফেসর সাইলিংগারের কাজটি কোয়ান্টাম তথ্যপ্রযুক্তিতে এক বিপ্লব নিয়ে আসে। শুরু হয় কোয়ান্টাম কম্পিউটার তৈরির প্রক্রিয়া। নানো টেকনোলজি এবং Artificial Intelligence এর এলাকায় শুরু হয়েছে এক বিশাল পরিবর্তন। এ অবদানের কারণেই প্রফেসর সাইলিংগার, জন ক্লাউজার এবং অ্যালে আস্পে ২০২২ সালে পদার্থবিদ্যায় নোবেল প্রাইজ অর্জন করেন।

আলোচনা এবং উপসংহার

এখনো কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশনের জন্য মাধ্যম হিসেবে প্রচলিত মাধ্যমগুলিই ব্যবহার করা হচ্ছে। তাই এখানে আলোর গতি লঙ্ঘিত হচ্ছেনা। আলোর গতির চেয়ে দ্রুতগতিতে তথ্য বিনিময়ের উপায় বা পদ্ধতি আবিষ্কারের জন্য আরো সময় লাগবে (Swayne, 2020)। অবশ্য এ নির্দেশনায় চিনের বিজ্ঞানীরা কাজ শুরু করেছেন। তারা স্যাটেলিট এবং পৃথিবীর মধ্যে তথ্য বিনিময়ের ওপর গবেষণা করছেন (Lee Billings, 2017)। এ প্রসঙ্গে প্রফেসর সাইলিংগার একটি সম্ভবনার কথা বলেছেন, "… Americans really start their Mars mission, the 280-day journey will be deadly boring for the astronauts. They might be interested in taking part in a few teleportation experiments on the way and increase the record by a hundred million kilometers or so" (Weltwoche, 2006)।

বিজ্ঞান নিশ্চয়তাবাদী না অনিশ্চয়তাবাদী এ প্রশ্নের প্রেক্ষাপটেই জন্ম নেয় এনটেংগেলম্যান্ট তত্ত্ব; উদ্ভব হয় কোয়ান্টাম টেলিপোরটেশন তত্ত্বের। বিজ্ঞান যদি নিশ্চয়তাবাদী হয় তবে মুক্ত-বুদ্ধিকে (Free Will) জ্ঞান চর্চা থেকে বাদ দিতে হয়। অন্যদিকে বিজ্ঞান যদি অনিশ্চয়তাবাদী হয় তবে মুক্ত-বুদ্ধি বিজ্ঞান চর্চার অপরিহার্য মাধ্যম।

২০০৬ সালের উপর্যুক্ত সাক্ষাৎকারে প্রফেসর সাইলিংগার বলেন, এ মহাবিশ্বে দু ধরনের স্বাধীনতা আছে। একটি হলো পরীক্ষণকারীর স্বাধীনতা (Freedom of Experimenter), আরেকটি হলো প্রকৃতির স্বাধীনতা (Freedom of Nature)। তাঁর ভাষায়, "I call that the **two freedoms:** first the freedom of the experimenter in choosing the measuring equipment – that depends on my freedom of will; and then the freedom of nature in giving me the answer it pleases" (Weltwoche, 2006)। আর এ কারনেই জ্ঞানচর্চায় সম্ভবনা বা অসম্পূর্ণতা-কে বরণ করে নিতে হয়। এনটেংগেলম্যান্ট তত্ত্বের বক্তব্যের প্রযুক্তিগত বাস্তবায়নের মাধ্যমে বর্তমানে অনিশ্চয়তাবাদেরই জয় হয়েছে।

এ সাক্ষাৎকারের আরেক জায়গায় তিনি বলেছেন, " For the concept of "**Information**" is at the basis of everything we call "Nature". The Moon, the chair, the equation of states, anything, and everything, because we can't talk about anything without de facto speaking about the information we have of these things. In this sense the information is the basic building block of our world"
তিনি আরো বলেছেন, "This is a very fine property. It's too bad the philosophers don't spend more time thinking about it." কিন্তু দার্শনিকরা কাজ করছেন। তাঁরা ইতোমধ্যেই "তথ্য-দর্শন" নামে একটি নতুন প্লাটফর্ম তৈরি করেছেন এবং সেখানে তারা প্রফেসর সাইলিংগারের মতোই বলেছেন, "Information is neither matter nor energy, although it needs matter to be embodied and energy to be communicated." দার্শনিকরা বসে নেই, তারা "এক পা" সামনে এগিয়ে গেছেন।

বর্তমানে কোয়ান্টাম এ্যানটেংগেলম্যান্ট এবং কোয়ান্টাম টেলিপোরটেশন তত্ত্ব আমাদেরকে এ বার্তা দিচ্ছে যে, বস্তু এবং বাস্তবতার সংজ্ঞা নতুন করে লিখতে হবে। তার মাধ্যমে নির্দিষ্টবাদ ও অনির্দিষ্টবাদের নতুন ব্যাখ্যা তৈরি হবে। কিন্তু অনিশ্চয়তাবাদ থেকেই যাবে। কারণ শক্তির স্বরূপ সম্পর্কে এখনো আমাদের জানার গন্ডি নবজাত শিশুর মতোই।

আমরা এখন পর্যন্ত শক্তি পরিবহনকারী উপাদানগুলিই আবিষ্কার করতে পেরেছি, শক্তির স্বরূপ সম্পর্কে আমাদের জ্ঞান প্রায় শূন্যের কোঠায়। শক্তির প্রকাশ অসীম না হলেও সীমানাহীন। এখনো আমরা কালোবস্তু বা কালোশক্তি সম্পর্কে প্রযুক্তিগতভাবে কিছুই জানতে পারিনি। মানবীয় শক্তিগুলি সম্পর্কেও আমরা তেমন কিছুই জানি না। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, বর্তমানে কয়েকজন বিজ্ঞানী মানব মস্তিষ্কের মধ্যে টেলিপোর্টেশনের মতো নেটওয়ার্ক তৈরির জন্য গবেষণা করছেন এবং বেশ কিছুদূর এগিয়েও গিয়েছেন। (Georgiou, 2018)।

অন্যদিকে এখন পর্যন্ত আমরা স্ট্রিং তত্ত্ব বা M মডেলের আদি উপাদান সম্পর্কেও প্রমাণ সাপেক্ষ কিছু প্রস্তাব করতে পারিনি। নিউট্রিনো বা কোয়াজী পার্টিকেল সম্পর্কেও পরীক্ষণ সমৃদ্ধ প্রমাণ এখনো আমাদের হাতে পৌছায়নি। কোয়ার্ক কণাগুলি সম্পর্কেও এখন পর্যন্ত আমরা বিস্তারিত জানতে পারিনি। তাই বিজ্ঞানের বিকাশের কোনো এক মাহেন্দ্রক্ষণে বিজ্ঞানীরা হয়ত অনিশ্চয়তা তত্ত্বের "অনিশ্চয়তা" দূর করে নতুন তত্ত্ব প্রণয়ন করবেন। কিন্তু যৌক্তিক বিচারে সেখানেও অনিশ্চয়তা থাকবে। এ উপলব্ধি থেকেই বিজ্ঞানী নীলস বোর প্রতিপূরক তত্ত্ব (Theory of complementarity) প্রণয়ন করেন এবং বলেন "অনিশ্চয়তা" প্রকৃতির একটি চিরন্তন নিয়ম।

বিজ্ঞানের কোনো তত্ত্বই ভুল নয়, কোনো বিশেষ দেশ কালের প্রেক্ষাপটে তারা সঠিক। বর্তমান দেশ-কালের প্রেক্ষাপটে কোয়ান্টাম তত্ত্ব সঠিক। কিন্তু বিকাশের ক্রমধারায় একসময় তাও পুরোনো হয়ে যাবে। মূল প্রশ্ন হলো শক্তির স্বরূপ কী? আর এখানেই এ্যানটেংগেলম্যান্ট তত্ত্বের কৃতিত্ব। এ তত্ত্বের সূত্র ধরেই কোয়ান্টাম টেলিপোর্টেশন তত্ত্ব বিকশিত হচ্ছে। আমরা শক্তির স্বরূপ কী, এ প্রশ্নের ওপর অনুসন্ধানের আরো নিকটবর্তী হচ্ছি এবং সম্ভবত সেখানেই রয়েছে সব প্রশ্নের উত্তর!!

পরিশিষ্ট

Constrain: পদার্থবিদ্যায় এটি হলো একটি গাণিতিক পরিভাষা। কোনো তত্ত্বে যখন কোনো গাণিতিক বাধ্যবাধকতা যোগ করা হয়, তাকেই বলে কনস্ট্রেইন এবং সেগুলি তত্ত্বটির হিডেন ভেরিয়েবলের সাথে সংগতিপূর্ণ। যেমন: কখারের পরীক্ষণে এ ধরনের কনস্ট্রেইনকে প্রয়োগ করা হয়েছিল।

Correlation: দুই বা ততোধিক তথ্য, সংখ্যা বা ঘটনার মধ্যে যে সম্পর্ক বা যোগাযোগ থাকে তাকেই কোরিলেশন বলে। যেমন: ধূমপান এবং ক্যান্সার হওয়ার মধ্যে একটা কোরিলেশন আছে। দেহের ওজন ও উচ্চতার সম্পর্কটিও একটি কোরিলেশন। এগুলি হলো পজিটিভ কোরিলেশন। আবার নেগেটিভ কোরিলেশনও আছে- যেমন যেমন: যখন কোনো ভেরিয়েবল এর একটি দিক বাড়তে থাকে এবং অন্য দিকটি কমতে থাকে।

Element of reality: বাস্তবতার সংজ্ঞায়নের সময় যেসব উপাদানগুলিকে ভিত্তি (Building-block) হিসেবে উপস্থাপন করা হয়- যেমন: স্টান্ডার্ড মডেলে সতেরটি আদি উপাদানের কথা বলা হয়েছে; তবে কোয়ান্টাম তত্ত্বে উপাদানের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য সেখানে অন্তর্ভূক্ত হতে পারে।

Entanglement state: কোয়ান্টাম সিস্টেমের উপাদানগুলি কোনো কোয়ান্টাম স্টেটে সুপারপজিশনে থাকতে পারে। তখন সিস্টেমের উপাদানগুলি মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এ অবস্থাকে বলা হয় উপাদান দুটি Entanglement state এ অবস্থান করছে।

Hidden variable: কোয়ান্টাম তত্ত্বে যখন কোনো কোয়ান্টাম ফেনোমেনার (Phenomena) ব্যাখ্যায় অসম্পূর্ণতা থাকে বা কোনো অমীমাংসিত প্রশ্ন থাকে, তখন সমস্যার সমাধানকল্পে সেখানে কোনো প্রাকল্পিক উপাদান বা নিয়মের প্রস্তাব করা হয়। এর মাধ্যমে ফেনোমেনাটি সম্পূর্ণ বা সঠিক হয়ে ওঠতে পারে। যেমন: EPR তত্ত্ব।

No-go-theorem: পদার্থবিদ্যায় no-go-theorem হলো ঐ ধরনের তত্ত্ব যেখানে কিছু বাস্তব অবস্থার কথা প্রস্তাব করা হয়, যা বাস্তবে (Physically) প্রদর্শন করা সম্ভব নয়।

Non-locality: কোয়ান্টাম তত্ত্বে বলা হয়, সাব এটমিক জগতের একটি ফেনোমেনা হলো- কোনো উপাদানের চূড়ান্ত অবস্থান নির্ণয় করা যায় না এবং দুটি উপাদান বিশাল দূরত্বে অবস্থিত হলেও তাদের মধ্যে তাৎক্ষণিক যোগাযোগ হতে পারে। যেমন: এনটেংগেল তত্ত্বে দুটি উপাদানের অবস্থান।

Polarization: পোলারাইজেশন হলো কোনো সাব এটমিক উপাদানের একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য। কোনো তির্জক গতির সাব এটমিক উপাদানের ক্ষেত্রে এ বৈশিষ্ট্যটি প্রয়োগ করা হয়। এর মাধ্যমে তরঙ্গটির দোলনের (Oscillation) জ্যামিতিক দিক-নির্দেশনা ব্যাখ্যা করা হয়। কোনো তির্জক তরঙ্গে দোলন গতির দিকে লম্বাকৃতির (Perpendicular) হয়।

Quantum superposition: কোয়ান্টাম সুপারপজিশন হলো কোয়ান্টাম তত্ত্বের অন্যতম মূল স্তম্ভ। দুই বা ততোধিক স্টেটকে যখন সংযুক্ত (Superposed) করা হয়, তখন তারা আরেকটি স্টেটে পরিণত হয় অথবা বিপরীতক্রমে, কোনো কোয়ান্টাম স্টেট যদি একাধিক স্টেটের সমন্বয় হয়, তাকেও সুপারপজিশন বলা হয়। এ সুপারপজিশনে স্টেটগুলি সম্ভাবনার জগতে অবস্থান করে এবং তাদের সঠিক অবস্থা আমরা জানতে পারি না। কেবল তাদেরকে বাস্তবে জানতে গেলে তাদের সুপারপজিশন ভেঙে যায় এবং তাদের সম্পর্কে আমরা জানতে পারি।

Quantum System: কোয়ান্টাম তত্ত্ব সাব এটমিক জগতের বাস্তবতার ওপর গবেষণা করে। কোয়ান্টাম সিস্টেম হলো সাব এটমিক স্তরের একটি বিশেষ বাস্তবতার বর্ননা। বাস্তবতার ক্ষুদ্রতম স্তরে এক বা একাধিক উপাদান এবং তাদের স্বরূপ ও শক্তিকে নিয়ে একটি কাল্পনিক ইউনিট গঠন করা হয়, যা পারিপার্শ্বিকতা এবং সমস্ত বাইরের প্রভাব থেকে বিচ্ছিন্ন। বস্তুত এটি একটি গাণিতিক বাস্তবতা এবং কোয়ান্টাম স্টেটের সম্ভাবনার জগতে থাকে।

Thought experiment: কোনো প্রতিষ্ঠিত তত্ত্বের কোনো দুর্বল দিকের ওপর একটা যৌক্তিক কিন্তু প্রাকল্পিক সমাধান প্রস্তাব, যেখানে কল্পনা বা অনুমানও যুক্ত থাকতে পারে। এটি কেবলই একটি চিন্তা-প্রসুত প্রস্তাব, যার বাস্তব পরীক্ষণ এখনো সম্পন্ন হয়নি।

কৃতজ্ঞতা স্বীকার: লেখক এ প্রবন্ধটি প্রুফরিড করে দেবার জন্য ড. নিলুফা আহসানকে এবং গ্রাফিক্সে সহায়তার জন্য কামরুল আহসান খানকে গভীর কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছেন।

তথ্যসূত্র

Bell. J. S. 1987, Speakable and unspeakable in quantum mechanics. Cambridge Univ. Press. https://heyokatc.com/pdfs/MISC/Speakable_and_Unspeakable_in_Quantum_Mechanics-_John_S._Bell-firstEd.pdf

Bennett, C.H., Brassard, G., Crepeau, C., Jozsa, R., Peres, A., Wootters, W.K. 1993, Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels. Physical Review Letters, 70 (13). Phys. Rev. Lett. 70, 1895 (1993) - Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels (aps.org)

Billings, L. 2017, China Shatters “Spooky Action at a Distance” Record, Preps for Quantum Internet, Sci. Am., https://www.scientificamerican.com/article/china- shatters-ldquo-spooky-action-at-a-distance-rdquo-record-preps-for-quantum-internet/

Boschi, D., Branca, S., De Martini, F., Hardy, L., Popescu, S. 1997, Experimental Realization of Teleporting an Unknown Pure Quantum State Via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels. arxiv.org. https://arxiv.org/pdf/quant-ph/9710013.pdf

Bouwmeester, D., Pan, JW., Mattle, K., Eibl, M., Weinfurter, H., , A. 1997, Experimental quantum teleportation. Nature, 390: 575-579. Experimental quantum teleportation | Nature

Brubaker, B. 2021, How Bell’s Theorem Proved “Spooky Action at a Distance” Is Real. Quanta magazine. https://www.quantamagazine.org/how-bells-theorem-proved-spooky-action-at-a-distance-is-real-20210720/

Clauser, J. F. 1992, EARLY HISTORY OF BELL'S THEOREM THEORY AND EXPERIMENT. https://courses.engr.illinois.edu/phys513/sp2019/reading/week8/ClauserBellHistory.pdf

Clauser, J. F., Freedman, S. 1972, First Experimental Proof That Quantum Entanglement Is Real. First Experimental Proof That Quantum Entanglement Is Real (scitechdaily.com) Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. 1935, Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? Instit. Adv. Study, Prinston, New Jersey. https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.47.777;

Georgiou, A. 2018, Scientists Connect Three Peoples Mind So They Can Communicate Using Brainwaves Alone. Newsweek. Scientists Connect Three People's Minds So They Can Communicate Using Brainwaves Alone (newsweek.com)

Jha, A. 2013, What is Heisenberg's Uncertainty Principle? The Guardian. https://www.theguardian.com/science/2013/nov/10/what-is-heisenbergs-uncertainty-principle

Kochen, S., Specker,E. 1968, The Problem of Hidden Variables in Quantum Mechanics**,** Indiana Univ. Math. J. 17 (1): 59–87. Full-text Article (indiana.edu)

Kocher, C. A. 1967, Original thesis of Carl Alvin Kocher. https://escholarship.org/uc/item/1kb7660q

Kocher, C. A., Commins, E. D. 1967, Polarization Correlation of Photons Emitted in an Atomic Cascade, Phys. Rev. Lett. 18: 575. https://10.1103/PhysRevLett.18.575

NASA. 1983, Translation of "Über den anschaulichen Inhalt der quanten theoretischen Kinematik ubd Mechanik" Zeitschrift für Physik, 43 (3-4): 172-198. https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19840008978/downloads/19840008978.pdf

Newton, I. 2007, The cause of gravity is what I don't pretend to know. Fourth Reply, Letters to Bently, 1692/3. Today, Sci. History. https://todayinsci.com/N/Newton_Isaac/NewtonIsaac-GravityQuote800px.htm

Nobelprize.org, 2022: Popular information - How entanglement has become a powerful tool. Nobelprize.org. https://www.nobelprize.org/uploads/2022/10/popular-physicsprize2022-2.pdf

Swayne, M. 2020, Chinese Scientists Smash Quantum Entanglement Record, The Quantum Insider, https://thequantuminsider.com/2020/02/13/chinese-scientists-smash-quantum-entanglement-record/

Weltwoche, D. 2006, Viennese physicist Anton Zeilinger talks about teleportation, the information stored in a human being and freedom in physics. www.signandsight.com/features/614.html,

RESEARCH NOTE

Hypertension in Obese Children

Sharmin Mahbuba[1*] and Samira H. Habib[2]

[1]Department of Pediatrics, Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University
Shahbag, Dhaka 1000, Bangladesh
[2]Diabetic Association of Bangladesh, Health Economics Unit
Shahbag, Dhaka 1000, Bangladesh

[*]*Corresponding Author: Sharmin Mahbuba*
Corresponding Email: sharmin390@gmail.com

Received: 1/18/2023 / Accepted: 1/29/2023
https://doi.org/10.5281/zenodo.7868684

ABSTRACT

Childhood obesity is an impending global epidemic in both developing and developed countries. With a dramatic rise over the last 30 years, it has become a major public health concern due to its association with several comorbidities, including hypertension and cardiovascular diseases. Where the worldwide prevalence of hypertension among school children varies between 1.8-3.5%, the prevalence is 3 times greater among Bangladeshi obese children. Childhood hypertension could give rise to future hypertension in adulthood. Persistent hypertension in children could be associated with target organ damages, such as Left Ventricular Hypertrophy (LVH), atherosclerosis. comparatively narrow retinal arterioles, Chronic Kidney Disease (CKD) and End Stage Renal Disease (ESRD). Though asymptomatic, most hypertensive children are diagnosed with ESRD at their first clinical diagnosis. Therefore, to help reduce the future burden, early detection of hypertension among obese children and their treatment, especially lifestyle modification, are of great importance. This paper discusses the relationship of childhood obesity with hypertension and associated comorbidities, and the recommended screening of hypertension in each child at age 3.

Keywords: Childhood obesity, hypertension.

Cite this article as: *Mahbuba, S., Habib, S. H. 2023, Hypertension in Obese Children, Bangla J. Interdisciplinary Sci., 1 (1): 25-29.*

সারাংশ

বর্তমানে উন্নত ও উন্নয়নশীল দেশসমূহে শিশুদের স্থুলতা মহামারীর পর্যায়ে পৌঁছিয়েছে। গত ৩০ বছরে স্থুলতা জনিত স্বাস্থ্যগত জটিলতার কারনে শিশুদের স্থুলতাকে একটি গুরুত্ব পূর্ণ জনস্বাস্থ্য বিষয়ক সমস্যা হিসেবে গণ্য করা হচ্ছে। বিশেষ করে হাইপারটেনশান (hypertension) বা উচ্চ রক্তচাপ এবং হৃদরোগ সংক্রান্ত জটিলতা এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য। বিশ্বব্যাপি শিশুদের মাঝে রক্তচাপ বৃদ্ধির হার শতকরা ১.৮ হতে ৩.৫ হলেও বাংলাদেশী স্থুল শিশুদের মাঝে এর প্রবণতা প্রায় তিনগুণ বেশী। শৈশবের রক্তচাপবৃদ্ধি পরিণত বয়সের উচ্চ রক্তচাপের অন্যতম কারণ এবং এর জটিলতা হিসাবে পরিণত বয়সে Left Ventricular Hypertrophy (LVH), atherosclerosis, রক্তনালীর সংকোচন (বিশেষ করে চোখের রেটিনার রক্তনালীর সংকোচন) এবং কিডনী রোগ হওয়ার প্রবণতাও বেড়ে যায়। অনেক ক্ষেত্রে, লক্ষণ প্রকাশ হওয়ার আগেই স্থুল শিশুদের কিডনী রোগের শেষ পর্যায় (ESRD) দেখা দেয়। এইজন্য ভবিষ্যতে জটিলতা কমানোর জন্য স্থুল শিশুদের উচ্চ রক্তচাপ দ্রুত নির্ণয় করে জীবন যাপন পদ্ধতিতে পরিবর্তন আনা জরুরী। এখানে শিশুদের স্থুলতার সাথে উচ্চ রক্তচাপের সম্পর্ক এবং এই সংক্রান্ত স্বাস্থ্যগত জটিলতাগুলি আলোচিত হয়েছে এবং প্রতিটি শিশুর ৩ বছর বয়সে উচ্চ রক্তচাপের জন্য স্ক্রিনিং এর গুরুত্ব তুলে ধরা হয়েছে।

মূল শব্দগুলি: শিশুদের স্থুলতা, উচ্চ রক্তচাপ

স্থুল শিশুদের উচ্চ রক্তচাপ

ভূমিকা

বর্তমানে বিশ্বের উন্নত দেশের পাশাপাশি অনুন্নত বা উন্নয়ন শীল দেশগুলিতেও স্থুল শিশুর সংখ্যা উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে। বিশ্বস্বাস্থ্য সংস্থার হিসাব অনুযায়ী পাঁচ বছর বয়সী শিশুদের মাঝে স্থুল শিশুর সংখ্যা প্রায় ২২ মিলিয়ন এবং ৫-১৭ বছর বয়সী শিশুদের প্রায় ১০% শিশু (১৫৫ মিলিয়ন) স্থুলতার শিকার (WHO, 2004; Lobstein et al., 2004)। উচ্চবিত্ত স্কুলগামী শিশুদের সমীক্ষায় দেখা গেছে বাংলাদেশের ১৭.৯% শিশু ও ভারতের ৭% শিশু স্থুলকায় (Subramanya, 2003; Kapil et al., 2002)। বারডেমের গবেষনায় প্রাপ্ত ফলাফল অনুযায়ী ১১% থেকে ১৫.১% স্থুল শিশুদের সিস্টোলিক রক্তচাপের আধিক্য থাকে এবং ১৫.১% থেকে ২০.৪% স্থুল শিশুদের ডায়াস্টোলিক রক্তচাপের আধিক্য থাকে (Mahbuba et al., 2018; Mohsin et al., 2012)। Bogalusa Heart Study এর মতে স্থুল শিশুদের সিস্টোলিক এবং ডায়াস্টোলিক রক্তচাপ বৃদ্ধির প্রবনতা যথাক্রমে ৪.৫ ও ২.৪ গুন (Freedman, 1999)। এই রিভিউ গবেষনাপত্রের উদ্দেশ্য হলো স্থুল শিশুদের রক্তচাপের আধিক্যের প্রবণতা ও এর জটিলতা সম্বন্ধে জানানো।

শিশুদের স্থূলতা (Childhood obesity)

Center for Disease Control (CDC) এর বয়স ও লিঙ্গ ভিত্তিক Body Mass Index (BMI) এর আলাদা চার্ট আছে। কোন শিশুর BMI ওই চার্টের ৯৫তম Centile এ অথবা তার উপরে থাকলে ঐ শিশুকে স্থূল শিশু হিসেবে বিবেচনা করা হয় (Kuczmerski, et al., 2002)।

শিশুর উচ্চ রক্তচাপ (Hypertension)

২০১৭ সালের American Academy of Pediatrics এর Clinical Practice Guideline on Childhood Hypertension অনুযায়ী শিশুর রক্তচাপ বয়স ও লিঙ্গ ভিত্তিক চার্টের ৯৫তম Centile এ অথবা তার উপরে থাকলে শিশুটির রক্তচাপের আধিক্য আছে বলে ধরে নেওয়া হয়। তবে ১৩ বছর বা তদুর্ধ শিশুদের ক্ষেত্রে রক্তচাপ > ১৩০/৮০ (mm Hg) হলেই হাইপারটেনশন বা রক্তচাপের আধিক্য আছে বলে মনে হয় (Flynn et al., 2017)।

স্থূল শিশুদের রক্তচাপের আধিক্যের মূলত তিনটি কারণ রয়েছে (Rocchini, 2002)।

১) ইনসুলিনের আধিক্য এবং এর কার্যক্রমে বাধা,

২) রক্তচাপ নিয়ন্ত্রনের স্বয়ংক্রিয় (Autonomic) ব্যবস্থার ত্রুটি,

৩) রক্তনালীর গঠনগত ও কার্যক্রমের ত্রুটি।

ইনসুলিনের আধিক্যে কিডনি অতিরিক্ত সোডিয়াম লবন শোষন করে এবং এর সঠিক কার্যক্রমে বাধা পেলে রক্তনালী অধিক সংকুচিত হয় ও রক্তের বিভিন্ন ক্ষতিকর চর্বির মাত্রা বেড়ে যায় (Rocchini, 1987)। ফলশ্রুতিতে রক্তচাপ বৃদ্ধি পায়।

উচ্চ রক্তচাপ জনিত জটিলতা

শৈশবের রক্তচাপ বৃদ্ধি ভবিষ্যতে পরিনত বয়সের রক্তচাপ আধিক্যের কারণ হিসেবে বিভিন্ন নিরীক্ষায় দেখা গিয়েছে। রক্তচাপের আধিক্য শিশুদের হৃদপিন্ড, চোখের রেটিনা এবং কিডনি জনিত জটিলতার সৃষ্টি করে। এক সমীক্ষায় (Ding et al, 2015) দেখা গেছে প্রায় ৩০% কিডনী জটিলতার শেষ অধ্যায় (End Stage Renal Disease) এর কারণ শিশুদের রক্তচাপের আধিক্য।

স্থূল শিশুদের রক্তচাপ পরিমাপের বাধাসমূহ

মনে রাখা প্রয়োজন শিশুদের রক্তচাপ নির্ণয়ের জন্য ব্লাড প্রেসার মেশিনে বিভিন্ন মাপের cuff রয়েছে। স্থূল শিশুদের রক্তচাপ নির্ণয়ে প্রথম বাধা সঠিক মাপের Cuff এর অপর্যাপ্ত সরবরাহ। Task force Report (AAP, 1996) অনুযায়ী সঠিক একটি Bladder শিশুর বাহুর দৈর্ঘ্যের ৪০% কে ঘিরে থাকবে এবং বাহুর

১০০% Circumference জড়িয়ে থাকবে। নিয়ম অনুযায়ী রক্তচাপ নির্নয়ের সময় শিশু অন্তত ৫ মিনিট স্থির থাকবে ও হাত স্থির অবস্থায় হার্টের বরাবর থাকবে, যা কিনা শিশুদের ক্ষেত্রে মেনে চলা খুবই কঠিন।

নিয়মিত শিশুদের রক্তচাপ পরিমাপ ও স্ক্রীনিং

National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP, 2004) এর নির্দেশনা অনুযায়ী প্রতিটি শিশুরই ৩ বছর বয়সে রক্তচাপ পরিমাপ করে রক্তচাপ স্বাভাবিক অথবা আধিক্য আছে কিনা তা জানা প্রয়োজন।

উপসংহার

শিশুদের স্থূলতার সাথে রক্তচাপের আধিক্যের একটা নিবিড় সম্পর্ক আছে। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে কোন লক্ষন প্রকাশ পাবার পূর্বেই শিশুদের রক্তচাপের আধিক্যের বিভিন্ন জটিলতা দেখা যায়। এই সকল জটিলতা থেকে শিশুকে মুক্ত রাখতে হলে শিশুদের স্থূলতা প্রতিরোধে সকলকে সচেতন হতে হবে।

তথ্যসূত্র

AAP. 1996, Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. American Academy of Pediatrics. Pediatrics, 98 (4): 649–658.

Ding, W., Cheung, W.W., Mak, R.H. 2015, Impact of obesity on kidney function and blood pressure in children. World J Nephrol., 4(2): 223-229.

Flynn, J.T., Kaelber, D.C., Baker-smith, C.M., Blowey, D., Carroll, A.E., Daniels, S.R. et. al. 2017, Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High BP in Children and Adolescents. Pediatrics, 140 (3): e20171904. https://publications.aap.org/pediatrics/article/140/3/e20171904/38358/Clinical-Practice-Guideline-for-Screening-and?autologincheck=redirected

Freedman, D.S., Dietz, W.H., Srinivasan, S.R., Berenson, G.S. 1999, The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. Pediatrics, 103: 1175–82.

Kapil, U., Singh, P., Pathak, P., Dwivedi, S.N., Bhasin, S. 2002, Prevalence of obesity among affluent adolescent school children in Delhi. Indian Pediatrics, 39: 449-52.
Kuczmerski, R.J., Ogden, C.L., Guo, S.S., Grummer-Strawn, L.M., Flegal, K.M., Mei, Z. et al. 2002, 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. Vital Health Stat, 11 (246): 1-190 (PMID: 12043359).

Lobstein, T., Baur, L., Uauy, R. 2004, Obesity in children and young people: a crisis in public health. Obes. Rev., 5 (1): 4-104.

Mahbuba, S., Mohsin, F., Rahat, F., Nahar, J., Begum, T., Nahar, N. 2018, Descriptive Epidemiology of Metabolic Syndrome Among Obese Adolescent Population. Diabetes Metabol. Syndrome: Clin. Res. Rev., 12: 369-374.

Mohsin, F., Mahbuba, S., Begum, T., Azad, K., Nahar, N. 2012, Prevalence of Impaired Glucose Tolerance among Children and Adolescents with Obesity. Mymen. Med. J., 21: 684-90.

NHBPEP. 2004, The Fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. National High Blood Pressure Education Program Working Group. Pediatrics, 114: 555-76.

Rocchini, A.P. 2002. Obesity Hypertension. Am. J. Hyperten., 15 S2): 50S–52S, https://doi.org/10.1016/S0895-7061(01)02299-3

Rocchini, A.P., Katch, V., Schork, A., Kelch, R.P. 1987, Insulin, and blood pressure during weight loss in obese adolescents. Hypertension, 10: 267–273, https://doi.org/10.1161/01.HYP.10.3.267.

Subramanya, V., Jayashree, R., Rafi, M. 2003, Prevalence of overweight and obesity in affluent adolescent girls in Chennai in 1981 and 1998. Indian Pediatrics, 40: 332-36.

WHO. 2004, Global strategy on diet, physical activity, and health - 2004. World Health Org., https://www.who.int/publications/i/item/9241592222

REVIEW PAPER

Nanotechnology: The Beginning of a New Revolution in Science and Technology

Oishik Adib

Department of Molecular Sciences
Macquarie University
Sydney NSW 2109, Australia.

Corresponding Email: oishik.adib@students.mq.edu.au

Received: 2/20/2023 / Accepted: 3/19/2023

https://doi.org/10.5281/zenodo.7868748

ABSTRACT

Nanobiotechnology is a multidisciplinary field that involves the integration of nanotechnology and the life sciences to create new materials, devices, and technologies with applications in a variety of fields, including healthcare, and the environment. At its core, nanobiotechnology involves the design and production of nanoscale materials and devices that can interact with biological systems and perform specific functions, such as delivering drugs directly to the site of a disease, monitoring biological processes in real-time, or cleaning up environmental pollutants. One of the key advantages of nanobiotechnology is that it enables scientists to manipulate matter and its properties on the nanoscale, which allows for the development of new materials and devices with unique properties and capabilities. A lot of studies are towards targeted cell therapy and imaging systems now, it is still at its infancy because of the immense diverse potential it holds. A great deal of studies and research are needed in this area to use the nanoparticles properly in biological and medicinal applications without any kind of harm or toxicity to the living body.

Keywords: Nanotechnology, nanoparticle, liposome, dendrimer, carbon nanotube, quantum dot, gold nanoparticle, magnetic nanoparticle, nanodiamond

Cite this article as: *Adib, Oishik. 2023, Nanotechnology: The Beginning of a New Revolution in Science and Technology*, *Bangla J. Interdisciplinary Sci., 1 (1): 30-45.*

ন্যানোবায়োটেকনোলজি: বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তিতে নতুন এক বিপ্লবের সূচনা

সারাংশ

ন্যানোবায়োটেকনোলজি একটি বহুমুখী ক্ষেত্র, যা স্বাস্থ্যসেবা এবং পরিবেশসহ আরো বিভিন্ন ক্ষেত্রে নতুন উপকরণ, যন্ত্র এবং প্রযুক্তি তৈরি করছে। ন্যানোবায়োটেকনোলজি মূলত ন্যানোস্কেল (অতিক্ষুদ্র) উপকরণসমূহ এবং যন্ত্রাদির নকশা তৈরি করে; যেগুলো জৈবিক প্রক্রিয়ার সাথে মিথস্ক্রিয়া ঘটাতে পারে এবং রোগে আক্রান্ত শরীরের নির্দিষ্ট স্থানে কার্য সম্পাদন করতে সক্ষম হয়। কোনো বিশেষ একটি রোগে আক্রান্ত জায়গাটুকুতে সরাসরি ওষুধ সরবারহ করা, সরাসরি জৈবিক প্রক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করা অথবা পরিবেশদূষকসমূহ অপসারণ করাসহ বিভিন্ন কার্য সম্পাদন করার ক্ষেত্রে ন্যানোবায়োটেকনোলজির বিশেষ ভূমিকা রয়েছে। ন্যানোবায়োটেকনোলজির মূল সুবিধাসমূহের একটি হলো এটি বিজ্ঞানীদের ন্যানোস্কেলে পদার্থ এবং পদার্থের ধর্ম নিয়ন্ত্রণের ক্ষমতা প্রদান করে; যা অনন্য বৈশিষ্ট্য এবং ক্ষমতাসম্পন্ন নতুন উপকরণ এবং যন্ত্রাদি তৈরির পথ খুলে দেয়। এই উপায়ে অনেক ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা পদার্থের ধর্ম বদলানো পর্যন্ত চলে যাচ্ছেন, যাকে জাদুকরিই বলা চলে। যদিও বর্তমান সময়ে অসংখ্য গবেষণা চলছে নির্দিষ্ট জীবকোষ চিকিৎসা এবং ইমেজিং পদ্ধতির ওপরে; এই বিচারে ন্যানোটেকনোলজি এখনও তার বৈচিত্র্যময় সম্ভবনা নিয়ে শৈশবেই অবস্থান করছে। চিকিৎসা ক্ষেত্রে ন্যানোপারটিকেলের সঠিক, নির্ভরযোগ্য, পার্শ্বপ্রতিক্রিয়াহীন এবং সর্বনিম্ন বিষাক্ততাসম্পন্ন ব্যবহারের জন্য আরো গভীর অধ্যয়ন এবং গবেষণা প্রয়োজন।

মূল শব্দগুলি: ন্যানোটেকনোলজি, ন্যানোপারটিকেল, লাইপোজোম, ডেনড্রাইমার, কার্বন ন্যানোটিউব, কোয়ান্টাম ডট, গোল্ড ন্যানোপার্টিকেল, চৌম্বকীয় ন্যানোপার্টিকেল, ন্যানোডায়মন্ড

ভূমিকা:

ন্যানোপার্টিকেল হলো ১-১০০ ন্যানোমিটার পরিসরের কণা (১ ন্যানোমিটার = ১/১০০০,০০০,০০০ মিটার)। এই কণাগুলির রয়েছে অনন্য ভৌত এবং রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য; যা তাদেরকে বিভিন্ন প্রযুক্তিতে ব্যবহার উপযোগী করে তোলে। ন্যানোস্কেল উপকরণগুলোকে এমনভাবে ডিজাইন করা যায়, যাতে থাকবে উচ্চ পৃষ্ঠতল-আয়তন অনুপাত। এই পৃষ্ঠতল-আয়তন অনুপাত উপকরণগুলোকে বিভিন্ন প্রয়োগক্ষেত্রে- যেমন: ওষুধ সরবরাহ, সেন্সিং এবং শক্তি উৎপাদনে অত্যন্ত কার্যকরী করে তুলবে (Mandal et al., 2005)। ন্যানোবায়োটেকনোলজির মাধ্যমে রোগ নির্ণয় এবং রোগ নিরাময় পদ্ধতিতে আমূল পরিবর্তন আনার সম্ভাবনা রয়েছে। বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন রকম ন্যানোস্কেল ডিভাইস তৈরি করছেন, যা সরাসরি রোগাক্রান্ত স্থানে ওষুধ সরবরাহ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। এতে করে চিকিৎসার কার্যকারিতা ব্যাপকভাবে বৃদ্ধি পাবে এবং ওষুধের পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস পাবে। এর একটি প্রায়োগিক উদাহরণ হচ্ছে ক্যান্সার কোষের চিকিৎসা

(Ruoslahti, 2012)। এছাড়াও নতুন চিকিৎসা সরঞ্জাম তৈরিতে ন্যানোবায়োটেকনোলজি ব্যবহৃত হচ্ছে, যা প্রচলিত পদ্ধতির তুলনায় দ্রুত ও সঠিকভাবে রোগ শনাক্ত করতে পারে। পরিবেশে দূষকসমূহ অপসারণ এবং নবায়নযোগ্য পানির উৎস তৈরির মতো গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্রগুলোতে বর্তমানে ন্যানোবায়োটেকনোলজি ব্যবহৃত হচ্ছে। পানি, বায়ু এবং মাটি থেকে বিভিন্ন রকমের দূষক অপসারণ করতে এর মাধ্যমে ন্যানোস্কেল ফিল্টার তৈরি হচ্ছে। এর ফলে আমাদের পরিবেশের গুণগত মান এবং আমাদের স্বাস্থ্যের ব্যাপক উন্নতি সম্ভব হবে (Li et al., 2008)। ন্যানোবায়োটেকনোলজি একটি দ্রুত বিকশিত ক্ষেত্র; যা বিভিন্ন ধরনের শিল্পের অগ্রগতিতে উল্লেখযোগ্য অবদান রাখবে এবং সেইসাথে আমাদের জীবনযাত্রার অভূতপূর্ব উন্নয়ন ঘটাবে অগণিত উপায়ে। তবে সম্ভাবনাময় এই ক্ষেত্রে সতর্কতার সাথে বিচরণ করা প্রয়োজন। কেননা এ থেকে উদ্ভূত হতে পারে এমন কিছু সম্ভাব্য নৈতিক এবং নিরাপত্তা জনিত উদ্বেগ; যা মানবজীবন ও পরিবেশের জন্য হুমকির কারণ হয়ে দাঁড়াতে পারে।

চিকিৎসা ক্ষেত্রে ন্যানো ম্যাজিক:

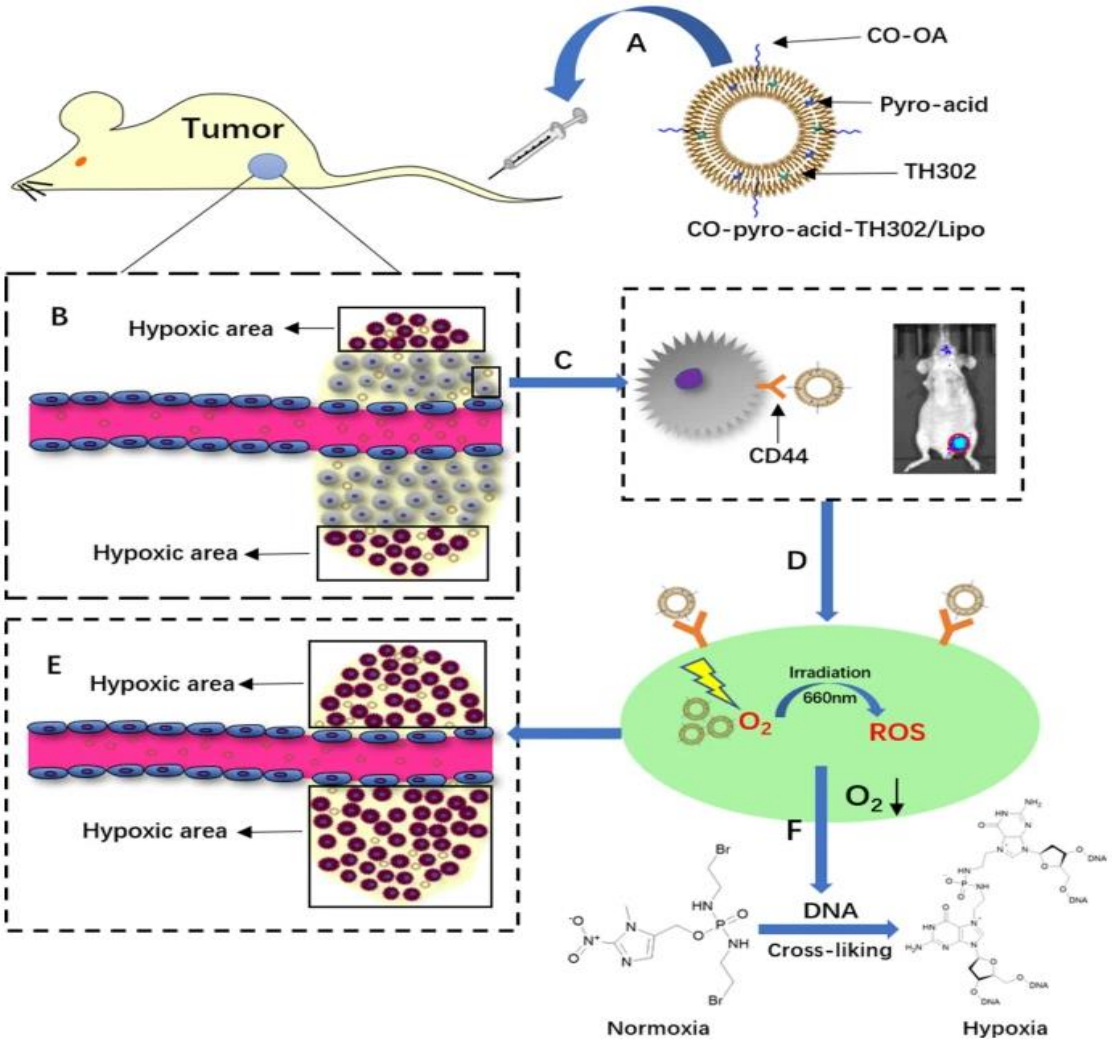
সাম্প্রতিক বছরগুলোতে ওষুধ সরবরাহ, ইমেজিং এবং রোগ নিরাময়সহ স্বাস্থ্যসেবার বিভিন্ন ক্ষেত্রে ন্যানোপার্টিকেলস ব্যবহারের জন্য ন্যানোপার্টিকেলগুলোর তৈরিতে দেখা দিয়েছে ক্রমবর্ধমান আগ্রহ। বর্তমানে ব্যবহৃত কিছু জাদুকরি ন্যানোস্কেলড পণ্য নিম্নরূপ:

1. **লাইপোজোম (Liposome):** লাইপোজোম হলো লিপিড বাইলেয়ার দ্বারা তৈরি গোলাকার ন্যানোস্কেল কণা; যা ওষুধ, ভ্যাকসিন এবং অন্যান্য থেরাপিউটিক এজেন্টের বাহক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যেসব উপায়ে চিকিৎসা ক্ষেত্রে লাইপোজোম ব্যবহৃত হচ্ছে তা নিম্নে উল্লেখ করা হলো: চিত্র-১

    - **ওষুধ সরবরাহ:** ওষুধগুলোকে ক্যাপসুলের মধ্যে আবৃত করতে লাইপোজোম ব্যবহার করা যেতে পারে। এটি ওষুধগুলোকে একটি প্রতিরক্ষামূলক স্তর প্রদান করার মাধ্যমে তাদের স্থিতিশীলতা বাড়াবে এবং নির্দিষ্ট টিস্যু বা কোষগুলোতে তা পৌঁছে দিবে। এটি মানবদেহে ওষুধের কার্যকারিতা নিশ্চিত করে এবং এর পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করতে সাহায্য করে। এছাড়াও লাইপোজোমগুলোকে এমনভাবে ডিজাইন করা যেতে পারে, যা নির্দিষ্ট ট্রিগারের (যেমন: pH বা তাপমাত্রায় পরিবর্তন) প্রতিক্রিয়া হিসেবে ওষুধ ছেড়ে দিতে সক্ষম হবে (Li et al., 2022)।

    - **ভ্যাকসিন সরবরাহ:** লাইপোজোম ভ্যাকসিনের বাহক হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে। এটি ভ্যাকসিনের কার্যকারিতা নিশ্চিত করে মানুষের শরীরে রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে । যক্ষ্মা এবং হিউম্যান ইমিউনো ডেফিসিয়েন্সি ভাইরাস (HIV) এর মতো সংক্রামক রোগ প্রতিরোধের জন্য লাইপোজোম আবৃত ভ্যাকসিন তৈরির বিষয়টি এ প্রসঙ্গে উল্লেখ করা যায় (Chopra et al., 2013)।

- **ইমেজিং:** বিভিন্ন ইমেজিং এজেন্ট, যেমন: ফ্লুরোসেন্ট রঞ্জকগুলোর সাথে লাইপোজোম কার্যকর করার মাধ্যমে শরীরের নির্দিষ্ট টিস্যু বা অঙ্গের উচ্চ রেজ্যুলেশন সমৃদ্ধ ইমেজ সংগ্রহ করা সম্ভব (Petersen et al., 2012)।



চিত্র-১: একটি লাইপোজোম ব্যাবহার পরিকল্পনা (Credit: Ding et al., 2021)

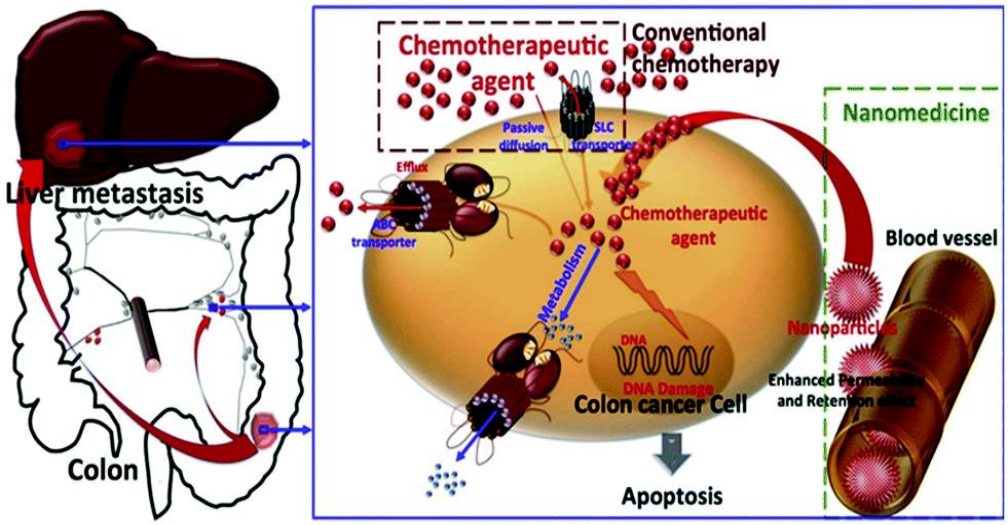
2. **ডেনড্রাইমার (Dendrimer):** ডেনড্রাইমার হলো অসংখ্য শাখাযুক্ত ন্যানোস্কেল পরিসরের পলিমারকণা, যা চিকিৎসাশাস্ত্রের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ক্রমবর্ধমানভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। চিকিৎসাক্ষেত্রে যেভাবে ডেনড্রাইমার ব্যবহৃত হচ্ছে (চিত্র-২) তার কয়েকটি ক্ষেত্র এখানে উল্লেখ করা হলো:

- **ওষুধ সরবরাহ:** লাইপোজোমের মতো ডেনড্রাইমারও ওষুধগুলোকে ক্যাপসুলের মধ্যে আবৃত করতে সাহায্য করে। এর মাধ্যমে তাদের একটি প্রতিরক্ষামূলক স্তর তৈরি হয়; যা তাদের স্থিতিশীলতা বৃদ্ধি করে এবং নির্দিষ্ট টিস্যু বা কোষগুলোতে তাদের পৌঁছে দেয়। এটি

মানুষের শরীরে ওষুধ সরবরাহের মাধ্যমে ওষুধের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে এবং তার পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করে। এন্টিবডির মতো সুনির্দিষ্ট টার্গেট অণুর সাথে ডেনড্রাইমারকে কার্যকর করার মাধ্যমে ওষুধ সরবরাহকে আরো সুনির্দিষ্ট করা যেতে পারে (Mignani et al., 2019)।

- **ভ্যাকসিন সরবরাহ:** ডেনড্রাইমার ভ্যাকসিনের বাহক হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে, যা ভ্যাকসিনের অনাক্রমন্যতা এবং কার্যকারিতা বৃদ্ধি করবে। এখানে উল্লেখ্য, হেপাটাইটিস বি এবং হিউম্যান প্যাপিলোমা ভাইরাস (HPV) এর মতো সংক্রামক রোগ প্রতিরোধের জন্য ডেনড্রাইমার আবৃত ভ্যাকসিন তৈরি করা হয়েছে। (Mhlwatika and Aderibigbe, 2018; Chowdhury et al., 2022)।

- **ইমেজিং:** বিভিন্ন ইমেজিং এজেন্ট, যথা: ফ্লুরোসেন্ট রঞ্জক বা তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের সাথে ডেনড্রাইমার কার্যকর করার মাধ্যমে শরীরের নির্দিষ্ট টিস্যু বা অঙ্গের উচ্চ রেজ্যুলেশন সমৃদ্ধ ইমেজ সংগ্রহ করা সম্ভব। এর মাধ্যমে রোগ নির্ণয় এবং নিরাময়ের মূল্যবান তথ্য পাওয়া সম্ভব (Anwaier et al., 2017)।



চিত্র-২: একটি ডেনড্রাইমারের ন্যানোমেডিসিন হিসেবে পরিকল্পিত ডিজাইন (Credit: Carvalho et al., 2020)।

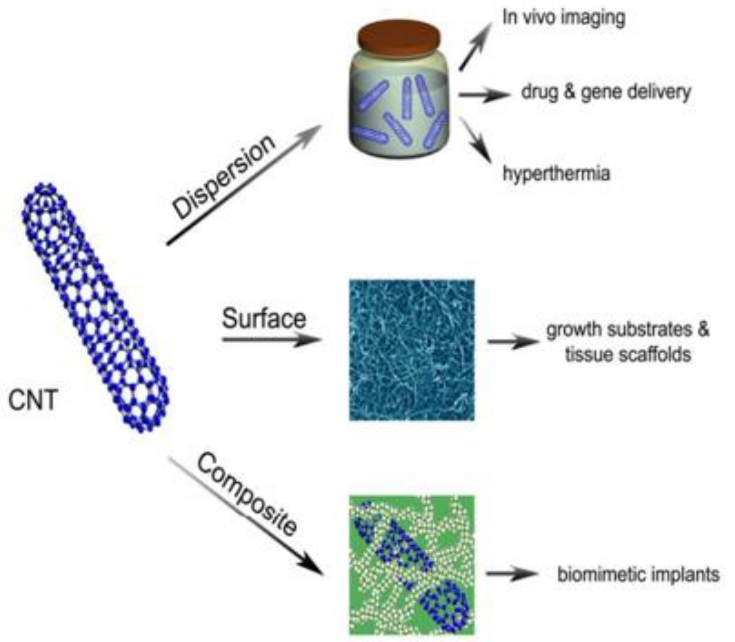
3. **এক-পরমাণু কার্বন ন্যানোটিউবের (Carbon Nanotube - CNT) সাথে সম্ভাবনাময় বিশ্ব:** কার্বন ন্যানোটিউব হলো কার্বন পরমাণু দ্বারা তৈরি নলাকার কাঠামো যার অনন্য যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক এবং তাপীয় বৈশিষ্ট্য রয়েছে। এই বৈশিষ্ট্যগুলোই এক-পরমাণু কার্বন ন্যানোটিউবকে চিকিৎসার বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্যে আকর্ষণীয় করে তুলেছে (চিত্র ৩)।

- **ওষুধ সরবরাহ:** কার্বন ন্যানোটিউব দ্বারা ওষুধগুলোকে ক্যাপসুলের মধ্যে আবৃত করা যায়। এটি তাদেরকে একটি প্রতিরক্ষামূলক স্তর প্রদান করে, যা তাদের স্থিতিশীলতা বাড়ায় এবং নির্দিষ্ট টিস্যু বা কোষগুলোতে পৌঁছে দেয়। এটি ওষুধ সরবরাহের কার্যকারিতা এবং নির্দিষ্টতা বাড়ায় এবং তার পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করে। ফলে রোগীর অবস্থার উন্নতি হয় (Kushwaha et al., 2013)।

- **রোগ নির্ণয়:** রোগ শনাক্তকরণের জন্য অত্যন্ত সংবেদনশীল এবং সুনির্দিষ্ট বায়োসেন্সর তৈরি করতে এন্টিবডির মতো বিভিন্ন টার্গেট অণুর সাথে কার্বন ন্যানোটিউবগুলোকে কার্যকর করা যেতে পারে। ক্যান্সারের মতো রোগের প্রাথমিক পর্যায়ে শনাক্তকরণ এবং নির্ণয়ের জন্য এটি ব্যবহার করা যেতে পারে (Veetil and Ye, 2008)।

- **টিস্যু ইঞ্জিনিয়ারিং:** কার্বন ন্যানোটিউবগুলোকে টিস্যু ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ক্ষেত্রে স্ক্যাফোল্ড হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে, যা ক্ষতিগ্রস্ত বা রোগাক্রান্ত টিস্যু মেরামত বা প্রতিস্থাপনের জন্য কার্যকরী। এটি সুস্থ টিস্যু তৈরিতেও সহায়তা করে (Veetil and Ye, 2009)।

- **চিকিৎসাক্ষেত্রে ব্যবহৃত যন্ত্র:** কার্বন ন্যানোটিউবের অনন্য বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলোর কারণে সেন্সর এবং ইলেক্ট্রোডের মতো বিভিন্ন ধরনের মেডিকেল ডিভাইস তৈরি করতে এটি ব্যবহার করা যেতে পারে। এই যন্ত্রগুলো বাস্তব সময়ে জৈবিক প্রক্রিয়া পর্যবেক্ষণ এবং নিয়ন্ত্রণ করাসহ চিকিৎসার আরো বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা যেতে পারে (Endo et al., 2006)।



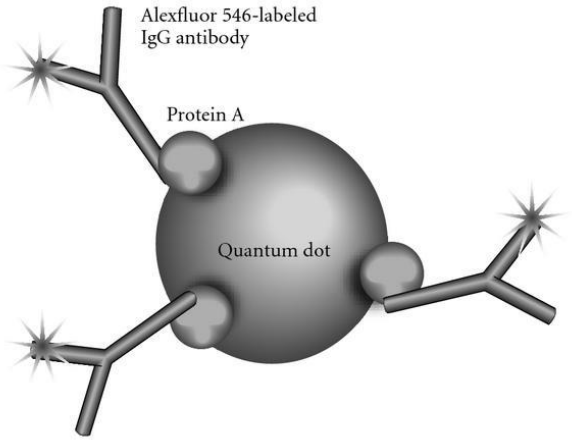
চিত্র ৩: ন্যানোটিউব এর বিভিন্ন ধরনের ব্যাবহার (Credit: Heister et al., 2013)।

4. **কোয়ান্টাম ডট (Quantum Dot - CD):** কোয়ান্টাম ডট হলো ন্যানোস্কেলড সেমিকনডাক্টর কণা, যার উচ্চ উজ্জ্বলতা এবং টিউনযোগ্য ফ্লুরোসেন্টের মতো অনন্য অপটিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক বৈশিষ্ট্য রয়েছে। এই বৈশিষ্ট্যেসমূহ QDকে চিকিৎসার বিভিন্ন ক্ষেত্রে, বিশেষ করে ইমেজিং এবং রোগ নির্ণয়ে ব্যবহারের জন্যে আকর্ষণীয় করে তুলেছে।

    - **বায়োইমেজিং:** QDগুলোকে বায়োইমেজিংয়ে ফ্লুরোসেন্ট প্রোব হিসেবে ব্যবহার করা হয়, যেখানে তাদেরকে বিভিন্ন টার্গেট অণুর সাথে কার্যকর করা হয়, যেন সেগুলো সুনির্দিষ্টভাবে রোগাক্রান্ত কোনো টিস্যুর সাথে আবদ্ধ হতে পারে। কোয়ান্টাম ডটের উচ্চ উজ্জ্বলতা এবং টিউনযোগ্য প্রতিপ্রভ ধর্ম অতি সংবেদনশীলতা এবং নির্দিষ্টতার সাথে জীবের জৈবিক প্রক্রিয়াগুলো দৃষ্টিগোচর করে তোলে খুব সহজে (Luo et al., 2013)।

    - **রোগ নির্ণয়ে QD:** QD ক্যান্সার এবং সংক্রামক রোগের মতো বিভিন্ন রোগের মাত্রা নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, কোয়ান্টাম ডটগুলো এন্টিবডি বা অন্যান্য জৈব অণুগুলোর সাথে কার্যকরী করা যেতে পারে, যা রোগ শনাক্তকারী অণুর সাথে আবদ্ধ হয়ে উচ্চ সংবেদনশীলতা এবং নির্দিষ্টতার সাথে রোগ শনাক্ত করবে (চিত্র ৪) (Zhang et al., 2014)।

    - **ইন-ভিভো ইমেজিং:** QD ইন-ভিভো ইমেজিং এ ব্যবহার করা হয়েছে, যেখানে নির্দিষ্ট টিস্যু বা অঙ্গগুলো দৃষ্টিগোচর করতে জীবদেহে কোয়ান্টাম ডটকে পরিচালনা করা হয়। এটি বাস্তব সময়ে জৈবিক প্রক্রিয়াগুলোর নিরাপদ ইমেজিংয়ের পথ খুলে দেয় এবং রোগ নির্ণয় ও নিরাময়ের জন্য মূল্যবান তথ্য প্রদান করে (Liu et al., 2009)।



চিত্র ৪: একটি এন্টিবডিযুক্ত কোয়ান্টাম ডট ন্যানোপার্টিকেল (Credit: Mazumder et al., 2009)।

5. **স্বর্ণখনি কিন্তু নেনো, গোল্ড ন্যানোপার্টিকেল (Gold Nanoparticle - GNP):** GNP হলো স্বর্ণের ক্ষুদ্র কণা, যার অনন্য অপটিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক বৈশিষ্ট্য রয়েছে। এই বৈশিষ্ট্যগুলি তাদেরকে চিকিৎসা ক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্যে আকাঙ্ক্ষিত করে তুলেছে। চিকিৎসাক্ষেত্রে এদের নানাবিধ ব্যবহার নিম্নরূপ:

    - **রোগ নির্ণয়ে গোল্ড ন্যানোপার্টিকেল:** রোগ শনাক্তকরণের জন্য অত্যন্ত সংবেদনশীল এবং সুনির্দিষ্ট বায়োসেন্সর তৈরি করতে এন্টিবডির মতো বিভিন্ন টার্গেট অণুর সাথে GNPগুলোকে কার্যকর করা যেতে পারে। দৃষ্টান্তস্বরূপ, ক্যান্সার শনাক্তকরণ পরীক্ষায় ক্যান্সার নির্দিষ্ট এন্টিবডির সাথে GNP সংযুক্ত করা হয়েছে। এতে করে উচ্চ সংবেদনশীলতা এবং নির্দিষ্টতার সাথে এই রোগের প্রাথমিক শনাক্তকরণ সম্ভব হয়েছে (Nakhleh et al., 2014)।

    - **ওষুধ সরবরাহ:** শরীরের রোগাক্রান্ত স্থানে সরাসরি ওষুধ সরবরাহ করতে GNPকে বাহক হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এটি ওষুধ সরবরাহের কার্যকারিতা এবং নির্দিষ্টতা বাড়াতে পারে এবং পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করে রোগীর সার্বিক পরিস্থিতির উন্নতি করতে পারে। এছাড়াও GNP ওষুধকে দ্রুত নষ্ট হয়ে যাওয়া থেকে রক্ষা করে এবং শরীরের এদের কার্যকারিতা ও লভ্যতা বৃদ্ধি করতে সাহায্য করে (Daraee et al., 2014)।

    - **ফটোথার্মাল থেরাপি:** GNP ফটোথার্মাল থেরাপির জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে। এখানে কণাগুলো অবলোহিত বিকিরণের (Near Infrared Radiation) সংস্পর্শে আসে। ফলে পার্টিকেলগুলো উত্তপ্ত হয়ে কাছাকাছি থাকা ক্যান্সার কোষগুলোকে ধ্বংস করে। এটি একটি যৎসামান্য আক্রমণাত্মক চিকিৎসা পদ্ধতি যা ক্যান্সার নিরাময়ের অন্যান্য পদ্ধতির সাথে একত্রিত করে ব্যবহার করা যেতে পারে (Riley and Day, 2017)।

    - **ইমেজিং:** শরীরের রোগাক্রান্ত টিস্যু বা অঙ্গের উচ্চ রেজ্যুলেশন সমৃদ্ধ ইমেজ সংগ্রহ করার উদ্দেশ্যে বিভিন্ন ইমেজিং এজেন্ট- যথা: ফ্লুরোসেন্ট রঞ্জকগুলোর সাথে GNP কার্যকর করা যেতে পারে, যা রোগ নির্ণয় এবং নিরাময়ের জন্য মূল্যবান তথ্য সরবরাহ করবে (Sharifi et al., 2019)।

6. **ক্ষুদ্র চুম্বকের শক্তিশালী রূপ- চৌম্বকীয় ন্যানো পার্টিকেল (Magnetic Nanoparticle - MNP):** চৌম্বক ন্যানো পার্টিকেল হলো চুম্বক পদার্থের (যেমন: আয়রন অক্সাইড) তৈরি ক্ষুদ্র কণা, যাকে চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এই বৈশিষ্ট্যটির কারণে চিকিৎসার বিভিন্ন ক্ষেত্রে MNP এর ব্যবহার লক্ষণীয়। যেমন:

    - **রোগ নির্ণয়ে MNP:** রোগ শনাক্তকরণের জন্য অত্যন্ত সংবেদনশীল এবং সুনির্দিষ্ট বায়োসেন্সর তৈরি করতে এন্টিবডির মতো বিভিন্ন টার্গেট অণুর সাথে MNP গুলোকে কার্যকর করা যেতে পারে। দৃষ্টান্তস্বরূপ, ক্যান্সার শনাক্তকরণ পরীক্ষায় ক্যান্সার নির্দিষ্ট এন্টিবডির সাথে

MNP সংযুক্ত করা হয়েছে। এতে করে উচ্চ সংবেদনশীলতা এবং নির্দিষ্টতার সাথে এই রোগের প্রাথমিক শনাক্তকরণ সম্ভব হয়েছে (Haun et al., 2010)।

- **ওষুধ সরবরাহ:** শরীরের রোগাক্রান্ত স্থানে সরাসরি ওষুধ সরবরাহ করতে MNPকে বাহক হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এটি ওষুধ সরবরাহের কার্যকারিতা এবং নির্দিষ্টতা বাড়াতে পারে এবং পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করে রোগীর সার্বিক পরিস্থিতির উন্নতি করতে পারে। চৌম্বকীয় ক্ষেত্র ব্যবহার করে চৌম্বকীয় ন্যানো পার্টিকলকে টার্গেট সাইটে নির্দেশিত করা যেতে পারে; যার ফলে ওষুধের যথাযথ সুনির্দিষ্ট এবং সুনিশ্চিত সরবরাহ সম্ভব হবে (Klostergaard and Seeney, 2012)।

- **ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং (MRI):** রোগাক্রান্ত টিস্যু বা অঙ্গের উন্নত ইমেজ সংগ্রহের জন্য MRIতে MNPকে কনট্রাস্ট এজেন্ট হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এর ফলে রোগ নির্ণয় এবং চিকিৎসার জন্য সঠিক তথ্য পাওয়া সম্ভব (Manchev, 2019)।

- **হাইপারথার্মিয়া থেরাপি:** হাইপারথার্মিয়া থেরাপির ক্ষেত্রে MNP ব্যবহার করা যেতে পারে; যেখানে কণাগুলো পর্যায়ক্রমে চৌম্বক ক্ষেত্রের সংস্পর্শে আসে এবং উত্তপ্ত হয়। ফলস্বরূপ এদের কাছাকাছি থাকা ক্যান্সার কোষগুলো ধ্বংস হয়ে যায়। এটিও যৎসামান্য আক্রমণাত্মক চিকিৎসা পদ্ধতি, যা ক্যান্সার রোগ নিরাময়ের অন্যান্য পদ্ধতির সাথে একত্রিকরণ করার মাধ্যমে চিকিৎসার কার্যকারিতা বৃদ্ধি করা যেতে পারে (Raouf et al., 2020)।

7. **গুপ্তরত্ন-ন্যানোডায়মন্ড (Nanodiamond):** ন্যানোডায়মন্ড হলো ন্যানোস্কেল পরিসরের হীরাকণা, যার রয়েছে বায়োকম্প্যাটিবিলিটি, বায়োডিগ্রেডিবিলিটি এবং বিভিন্ন ধরনের অণু বহন করার মতো অনন্য কিছু বৈশিষ্ট্য ও ক্ষমতা। এসব অভিন্ন ধর্মের কারণে ক্যান্সার প্রতিরোধের সম্ভাব্য হাতিয়ার হিসেবে ন্যানোডায়মন্ডের অনুসন্ধান করা হচ্ছে। ক্যান্সার থেরাপিতে তাদের কার্যকরী ব্যবহারের সম্ভাবনা রয়েছে বলে চিকিৎসা ক্ষেত্রে ব্যবহৃত ন্যানোপার্টিকেলগুলোর মধ্যে এদেরকে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

    - **ওষুধ সরবরাহ পদ্ধতি:** নির্দিষ্ট টিস্যু বা কোষে লক্ষ্যবস্তু সরবরাহের উদ্দেশ্যে ওষুধ বা থেরাপিউটিক এজেন্টের সাথে ন্যানোডায়মন্ডগুলোকে কার্যকর করা যেতে পারে। এটি ওষুধ সরবরাহের কার্যকারিতা এবং নির্দিষ্টতা বাড়াতে পারে এবং পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হ্রাস করে রোগীর সার্বিক পরিস্থিতির উন্নতি করতে পারে। ক্যান্সার প্রতিরোধের প্রেক্ষাপটে গতানুগতিক ধারার কেমোথেরাপি সুস্থ কোষকে বিষাক্ত করে তোলে এবং পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া তৈরি হয়। কিন্তু ন্যানোডায়মন্ডগুলো সরাসরি ক্যান্সার কোষে ক্যান্সার প্রতিরোধী ওষুধ সরবরাহ করতে পারে। তাই কোনো সুস্থ কোষ ক্ষতিগ্রস্ত হয় না (Uthappa et al., 2020)।

- **ইমেজিং:** শরীরের নির্দিষ্ট টিস্যু বা অঙ্গগুলোর উচ্চ রেজ্যুলেশন ইমেজিংয়ের জন্য ন্যানোডায়মন্ডগুলোকে ইমেজিং এজেন্টের- যেমন: ফ্লুরোসেন্টরঞ্জক বা তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ইত্যাদির সাথে কার্যকরী করা যেতে পারে। ক্যান্সার প্রতিরোধের কৌশলগুলোর কার্যকারিতা নিরীক্ষণের পাশাপাশি ন্যানোডায়মন্ড রোগ নির্ণয় এবং নিরাময়ের জন্য মূল্যবান তথ্য সরবরাহ করতে পারে (Perevedentseva et al., 2013)।

- **জৈব উপকরণ:** ন্যানোডায়মন্ডগুলোর বায়োকমপ্যাটিবিলিটি, বায়োডিগ্রেডেবিলিটি এবং কোষের বৃদ্ধিকে উন্নীত করার বৈশিষ্ট্যের কারণে তাদের সম্ভাব্য ব্যবহারের জন্য জৈব উপাদান হিসেবে ন্যানোডায়মন্ডগুলোকে ব্যবহার করা হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, টিস্যু ইঞ্জিনিয়ারিং এবং পুনরুৎপাদনের জন্য ন্যানোডায়মন্ডগুলোকে স্ক্যাফোল্ডের সাথে যুক্ত করা হয়। ক্যান্সার প্রতিরোধের প্রেক্ষাপটে, ন্যানোডায়মন্ডগুলোকে সুস্থ টিস্যুর বৃদ্ধি এবং মেরামতে উৎসাহিত করতে এবং ক্যান্সার বিকাশের ঝুঁকি হ্রাস করতে ব্যবহার করা যেতে পারে (Zhu et al., 2012)।

- **ন্যানোডায়মন্ডের এন্টিঅক্সিডেন্ট ধর্ম:** ন্যানোডায়মন্ডগুলোতে রয়েছে এন্টিঅক্সিডেন্ট বৈশিষ্ট্য, যা অক্সিডেটিভ স্ট্রেস এবং কোষের ক্ষতি হ্রাস করে। অক্সিডেটিভ স্ট্রেস ক্যান্সার বিকাশের জন্য একটি পরিচিত ঝুঁকির কারণ। তাই ন্যানোডায়মন্ডের অক্সিডেটিভ স্ট্রেস হ্রাস করার মাধ্যমে ক্যান্সারের বিকাশ প্রাথমিক পর্যায়েই প্রতিরোধ করা সম্ভব । এর ফলে ন্যানোডায়মন্ড হয়ে ওঠেছে ক্যান্সার প্রতিরোধের একটি সম্ভাব্য হাতিয়ার (Pfaff et al., 2018)।

- **ইমিউন সিস্টেম বুস্ট:** ক্যান্সার কোষের সাথে লড়াই করা শরীরের প্রাকৃতিক ক্ষমতা বাড়িয়ে ন্যানোডায়মন্ড ইমিউন সিস্টেমকে উদ্দীপিত করতে সক্ষম। ক্যান্সার প্রতিরোধ প্রেক্ষাপটে এটি অভাবনীয় পরিবর্তন আনবে। কারণ শক্তিশালী ইমিউন সিস্টেম ক্যান্সার কোষগুলোকে হুমকিস্বরূপ হয়ে ওঠার আগেই শনাক্ত এবং ধ্বংস করতে সক্ষম হবে (Bilyy et al., 2021)।

ন্যানোপার্টিকেল- পরিবেশ সংক্রান্ত নানা সমস্যার যুদ্ধক্ষেত্রে এক নতুন সৈনিক

ন্যানোপার্টিকেলগুলোর ক্ষুদ্র আকার এবং তাদের বৃহৎ পৃষ্ঠতল, উচ্চ প্রতিক্রিয়াশীলতা এবং উচ্চ স্থিতিশীলতা ইত্যাদি অনন্য বৈশিষ্ট্যের কারণে পরিবেশগত বিভিন্ন প্রয়োগের ক্ষেত্রে ন্যানোপার্টিকেলগুলো আদর্শ হয়ে ওঠেছে। পরিবেশগত সুরক্ষা এবং সংরক্ষণে ন্যানোবায়োটেকনোলজির ব্যবহার নানা সমস্যা যেমন: পানিদূষণ, বায়ুদূষণ, শক্তি উৎপাদন, বর্জ্য ব্যবস্থাপনা এবং কার্বন ক্যাপচার ইত্যাদি বিষয়ে রাখতে পারে অনবদ্য ভূমিকা।

1. **পানি পরিশোধন:** ন্যানোবায়োটেকনোলজির অন্যতম পরিবেশগত সুবিধাগুলোর একটি হচ্ছে পানি বিশুদ্ধকরণ সক্ষমতা। ন্যানোপার্টিকেল পানি থেকে দূষক অপসারণ করার মাধ্যমে পানিকে ব্যবহার উপযোগী এবং সেচের জন্য নিরাপদ করে তোলে। উদাহরণস্বরূপ, পানি থেকে ভারি ধাতু অপসারণ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে আয়রন অক্সাইডের ন্যানো পার্টিকেল। অন্যদিকে কার্বন ভিত্তিক

ন্যানোপার্টিকেল ব্যবহার করে পানি থেকে জৈব দূষক অপসারণ করা যেতে পারে। এছাড়াও ন্যানো-প্রযুক্তি ভিত্তিক পানি পরিশোধন ব্যবস্থাকে এমন উপায়ে ডিজাইন করা যেতে পারে যেন তারা অত্যন্ত দক্ষতার সঙ্গে এবং সাশ্রয়ী মূল্যে কাজ করতে সক্ষম হয়। এতে করে পানি বিশুদ্ধকরণে প্রথাগতভাবে যে শক্তি এবং অর্থের প্রয়োজন হয় তা হ্রাস পাবে (Kunduru et al., 2017)।

2. **বায়ু পরিশোধন:** বায়ুর গুণগত মান বৃদ্ধি করতেও ন্যানোবায়োটেকনোলজি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ন্যানোটেকনোলজি ভিত্তিক বায়ু ছাঁকনিগুলো ভারি ধাতু এবং উদ্বায়ী জৈব যৌগের মতো ক্ষতিকারক কণা আটকাতে পারে, যা বায়ুকে পরিষ্কার এবং শ্বসনযোগ্য করে তোলে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, ন্যানোপার্টিকেল ভিত্তিক ফিল্টারগুলো এয়ার পিউরিফায়ার এবং এয়ার কন্ডিশনার সিস্টেমে ব্যবহার করার মাধ্যমে বায়ু থেকে দূষক অপসারণ করা যেতে পারে। এছাড়াও ন্যানো-প্রযুক্তি যানবাহনের জন্য দক্ষ অনুঘটক তৈরিতে ব্যবহার করা যেতে পারে যা বায়ুমন্ডলে ক্ষতিকারক গ্যাসের নির্গমন কমাতে পারবে (Kaushik and Dhau, 2022)।

3. **নবায়নযোগ্য শক্তি:** সোলার প্যানেলের মতো নবায়নযোগ্য শক্তির উৎসগুলোর দক্ষতা বৃদ্ধি এবং অর্থনৈতিকভাবে একে আরো কার্যকর করার ক্ষেত্রে ন্যানোবায়োটেকনোলজির রয়েছে অপার সম্ভাবনা। দৃষ্টান্তস্বরূপ, ন্যানোপার্টিকেল ফটোভোলাটাইক কোষগুলোর শক্তি রূপান্তর দক্ষতা বৃদ্ধির মাধ্যমে তাদের সার্বিক কার্যক্ষমতা বাড়াতে সক্ষম। ন্যানোপার্টিকেলগুলো নবায়নযোগ্য শক্তি সঞ্চয়ে ব্যবহৃত সিস্টেমের জন্য আরো দক্ষ ব্যাটারি তৈরি করতে পারে যা শক্তি সঞ্চয়ে সিস্টেমের খরচ এবং এর দ্বারা পরিবেশে যে নেতিবাচক প্রভাব পড়ে, তা হ্রাস করবে (Hussein, 2016)।

4. **কার্বন ক্যাপচার এবং সংরক্ষণ:** গ্রীনহাউজ গ্যাস নির্গমন এবং পরিবেশে এর প্রভাব হ্রাস করা বর্তমান বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ চ্যালেঞ্জগুলোর একটি। ন্যানোবায়োটেকনোলজি বিভিন্ন শিল্পকারখানা বা যানবাহন হতে নির্গত কার্বন ডাই অক্সাইড ক্যাপচার করে এবং নিরাপদে সংরক্ষণ করে। ফলে সার্বিকভাবে কার্বন ডাই অক্সাইড নির্গমনের পরিমাণ হ্রাস পায়। উদাহরণস্বরূপ, ন্যানোপার্টিকেল ভিত্তিক সিস্টেম পাওয়ার প্ল্যান্ট থেকে নির্গত *[ফ্লু]* গ্যাস থেকে কার্বন ডাই অক্সাইড ক্যাপচার করে এবং পরবর্তীতে এটি ভূগর্ভস্থ জলাধারে সংরক্ষণ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। উপরন্তু, গ্রীনহাউজ গ্যাস নির্গমন কমানোর জন্য গৃহীত পদক্ষেপের সামগ্রিক খরচ কমিয়ে আরো দক্ষ এবং সাশ্রয়ী কার্বন ক্যাপচার সিস্টেম তৈরি করতে ন্যানো প্রযুক্তি ব্যবহার করা যেতে পারে (Ashley et al., 2012)।

5. **বর্জ্য ব্যবস্থাপনা:** ন্যানোবায়োটেকনোলজি বর্জ্য ব্যবস্থাপনা পদ্ধতির উন্নয়নেও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে পারে। বিভিন্ন বিপজ্জনক বর্জ্যকে ছোটো এবং কম ক্ষতিকারক কণায় পরিণত করার মাধ্যমে এটিকে পুনর্ব্যবহার করা যেতে পারে। এর একটি দৃষ্টান্ত হচ্ছে ইলেকট্রিক বর্জ্য (ই-বর্জ্য)। এছাড়াও ন্যানোপ্রযুক্তি বায়োডিগ্রেডেবল এবং কম্পোস্টেবল উপকরণ তৈরি করতে ব্যবহার করা

যেতে পারে, যা বর্জ্য ব্যবস্থাপনা অনুশীলনের ফলে পরিবেশে যে নেতিবাচক প্রভাব পড়ে তা হ্রাস করে (Ibrahim et al., 2016)।

ন্যানো-বিপ্লবের বিপত্তি

ন্যানোবায়োটেকনোলজির ব্যবহার ওষুধ, শক্তি এবং পরিবেশের সুরক্ষাসহ বিভিন্ন ক্ষেত্রে আনতে পারে নানা সুবিধা। তা সত্ত্বেও অন্যান্য যেকোন প্রযুক্তির মতো, ন্যানোবায়োটেকনোলজির ব্যবহারও বিভিন্ন ঝুঁকির উদ্ভব ঘটাতে পারে; যেগুলো সতর্কতার সাথে বিবেচনা করা প্রয়োজন। ন্যানোপার্টিকেলগুলোর ক্ষুদ্র আকার, উচ্চ প্রতিক্রিয়াশীলতা এবং জীবন্ত কোষ ও টিস্যুতে প্রবেশ করার মতো ক্ষমতাগুলো অনিয়ন্ত্রিতভাবে ব্যবহার করলে ঘটতে পারে অনাকাঙ্ক্ষিত ঘটনা। তাই ন্যানোপার্টিকেলগুলো অত্যন্ত যত্ন এবং সতর্কতার সাথে ব্যবহার করা জরুরি। ন্যানোবায়োটেকনোলজি ব্যবহারের সাথে যুক্ত প্রধান কিছু ঝুঁকি নিম্নরূপ:

1. **বিষাক্ততা:** ন্যানোটেকনোলজি ব্যবহারের ক্ষেত্রে অনেকগুলো উদ্বেগের একটি হলো ন্যানোপার্টিকেলগুলোর সম্ভাব্য বিষাক্ততা। ক্ষুদ্রাকৃতির হওয়ার কারণে ন্যানোপার্টিকেলগুলো খুব সহজেই জীবন্ত কোষ এবং টিস্যুতে প্রবেশ করতে পারে এবং শরীরের ক্ষতি করতে পারে। যেমন: ন্যানোপার্টিকেলগুলো ডিএনএ এর ক্ষতি করতে পারে, প্রদাহ সৃষ্টি করতে পারে এবং কোষ ও টিস্যুগুলোর স্বাভাবিক কার্যকারিতা ব্যাহত করতে পারে। নিরাপদ ও সঠিকভাবে ব্যবহারের জন্যে ন্যানোপার্টিকেলগুলোর বিষাক্ততার সঠিক মাত্রা নির্ধারণে আরো গবেষণা প্রয়োজন (Handy and Shaw, 2007)।

2. **পরিবেশগত প্রভাব:** ব্যবহারের পর পরিবেশে ন্যানো কণা মুক্ত অবস্থায় ছড়িয়ে পড়ে, যা পানি, মাটি এবং বাতাসের দূষণ ঘটাতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, ন্যানোপার্টিকেলগুলো খাদ্য শৃঙ্খলে জমা হয়ে বন্যপ্রাণী ও মানুষের শরীরে জমা হতে হতে মাত্রাতিরিক্ত পর্যায়ে পৌঁছিয়ে যেতে পারে। যার ফলে সৃষ্টি হতে পারে নানারকম অকল্পনীয় সমস্যা এবং ব্যাধি। এছাড়াও পরিবেশের ওপর ন্যানো পার্টিকেলগুলোর প্রভাব এখনো স্পষ্ট নয়। তাই তাদের ব্যবহারের সাথে সম্পর্কিত সম্ভাব্য ঝুঁকিগুলো মূল্যায়ন করার জন্য আরো গবেষণা প্রয়োজন (Hannah and Thompson, 2008)।

3. **স্বাস্থ্যে প্রভাব:** চিকিৎসাক্ষেত্রে ন্যানোপার্টিকেলগুলোর ব্যবহার শরীর এবং স্বাস্থ্যে দীর্ঘমেয়াদী প্রভাব ফেলতে পারে। যেমন: ন্যানোপার্টিকেল নিঃশ্বাসের সঙ্গে ফুসফুসে প্রবেশ করলে শ্বাসকষ্ট হতে পারে। আবার খাদ্যের সঙ্গে গ্রহণ করলে হজমের সমস্যা দেখা দিতে পারে। উপরন্তু, ন্যানোপার্টিকেলগুলোর ত্বকে এবং অভ্যন্তরীণ অঙ্গে খুব সহজেই প্রবেশ করার সম্ভাবনা একটি উদ্বেগের বিষয়। তাই চিকিৎসা ক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারের সাথে সম্পর্কিত সম্ভাব্য ঝুঁকিগুলো মূল্যায়ন করে গবেষণা প্রয়োজন (Zhang et al., 2018)।

4. **নিয়মের সাথে নিয়ন্ত্রিত ব্যবহার:** ন্যানোবায়োটেকনোলজি একটি দ্রুত বিকশিত ক্ষেত্র এবং এর ব্যবহারের জন্য সুনির্দিষ্ট নীতি এবং বিধানগুলোর যথার্থ প্রকাশ হয়নি। এই বিধানের অভাবে যথাযথ

নিয়ন্ত্রণ এবং তদারকি ব্যতীত ন্যানোপার্টিকেল ব্যবহৃত হয় এবং পরিবেশে মুক্ত হয়; যা পরিবেশ ও জনস্বাস্থ্যের ক্ষতির ঝুঁকি বহুগুণে বৃদ্ধি করে। স্পষ্ট প্রবিধানের অভাব ন্যানোবায়োটেকনোলজির ব্যবহারকে করবে সীমিত এবং এর নতুন পণ্য ও প্রয়োগগুলোর বিকাশ এবং বাণিজ্যিকীকরণকে বাধাগ্রস্ত করবে (Boucher, 2018)।

5. **সামাজিক এবং নৈতিক প্রভাব:** সামাজিক এবং নৈতিক ক্ষেত্রেও ন্যানোটেকনোলজির অবাধ ব্যবহার প্রশ্নবিদ্ধ হয়ে ওঠেছে। যেমন: নতুন প্রযুক্তিতে অসম এক্সেসের সম্ভাবনা, কর্মসংস্থানের ওপর এর প্রভাব এবং ক্ষতি করার উদ্দেশ্যে ন্যানোপ্রযুক্তির অপব্যবহার। উদাহরণস্বরূপ, গোপনীয়তা এবং নিরাপত্তা লঙ্ঘনের উদ্দেশ্যে নতুন অস্ত্র তৈরি করতে ন্যানো প্রযুক্তি ব্যবহার করা হতে পারে (Boucher, 2018)।

উপসংহার

যুগের পরিবর্তন আসছে এখন ন্যানো রূপে। জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে এবং উন্নতিতে ন্যানো পারটিকেল এখন প্রধান উপায় হয়ে দাঁড়াচ্ছে। ন্যানোবায়োটেকনোলজির সম্ভাব্য অসংখ্য সুবিধা থাকা সত্ত্বেও এর নিরাপদ ও নিয়ন্ত্রিত ব্যবহার সুনিশ্চিত করা প্রয়োজন, যাতে করে পরিবেশ বা জনস্বাস্থ্য ক্ষতিগ্রস্ত না হয়। পরিশেষে বলা যায়, ন্যানোবায়োটেকনোলজি বিষয়ে আরো গভীর অধ্যয়ন ও গবেষণার প্রয়োজন রয়েছে। পাশাপাশি এর যথাযথ ব্যবহার সম্পর্কিত নিয়ম-কানুন বিকাশেরও প্রয়োজন আছে; যা উপর্যুক্ত ঝুঁকিগুলোকে হ্রাস করবে। এভাবে এই টেকনোলজির সম্ভাব্য সর্বোচ্চ সুবিধাগুলো প্রয়োগ করার মাধ্যমে মানবজাতির সামগ্রিক উন্নতি সাধন সম্ভব হবে।

তথ্যসূত্র

Anwaier, G., Chen, C., Cao, Y., & Qi, R. 2017, A review of Molecular Imaging of atherosclerosis and the potential application of Dendrimer in imaging of plaque. International Journal of Nanomedicine, 12: 7681-7693.

Ashley, M., Magiera, C., Ramidi, P., Blackburn, G., Scott, T. G., Gupta, R., Wilson, K., Ghosh, A., & Biswas, A. (2012). Nanomaterials and processes for carbon capture and conversion into useful by-products for a sustainable energy future. Greenhouse Gases: Sci. Tech., 2 (6): 419-444.

Bilyy, R., Pagneux, Q., François, N., Bila, G., Grytsko, R., Lebedin, Y., Barras, A., Dubuisson, J., Belouzard, S., Séron, K., Boukherroub, R., Szunerits, S. 2021, Rapid Generation of Coronaviral Immunity Using Recombinant Peptide Modified Nanodiamonds. Pathogens, 10 (7): 861.

Boucher, P. M. 2018, Nanotechnology: legal aspects, CRC Press.

Carvalho, M. R., Reis, R. L., Oliveira, J. M. 2020, Dendrimer nanoparticles for colorectal cancer applications. J. Mat. Chem. B, 8 (6): 1128-1138.

Chopra, S., Venkatesan, N., & Betageri, G. V. 2013, Liposomes as nanocarriers for anti-HIV therapy. Drug Del. Trans. Res., 3 (5): 471-478.

Chowdhury, S., Toth, I., Stephenson, R. J. 2022, Dendrimers in vaccine delivery: Recent progress and advances. Biomaterials, 280: 121303.

Daraee, H., Eatemadi, A., Abbasi, E., Fekri Aval, S., Kouhi, M., Akbarzadeh, A. 2014, Application of gold nanoparticles in biomedical and drug delivery. Artificial Cells Nanomed. Biotech., 44 (1): 410-422.

Ding, Y., Yang, R., Yu, W., Hu, C., Zhang, Z., Liu, D., An, Y., Wang, X., He, C., Liu, P., Tang, Q., Chen, D. 2021, Chitosan oligosaccharide decorated liposomes combined with TH302 for photodynamic therapy in triple negative breast cancer. J. Nanobiotechnol., 19: 147.

Endo, M., Hayashi, T., Kim, Y.A. 2006, Large-scale production of carbon nanotubes and their applications. Pure and Applied Chemistry, 78 (9): 1703-1713.

Handy, R. D., Shaw, B. J. 2007, Toxic effects of nanoparticles and nanomaterials: Implications for public health, risk assessment and the public perception of nanotechnology. Health Risk Soc., 9 (2): 125-144.

Hannah, W., Thompson, P. B. 2008, Nanotechnology, risk and the environment: a review. Journal of Environmental Monitoring, 10 (3): 291.

Haun, J. B., Yoon, T.-J., Lee, H., Weissleder, R. 2010, Magnetic nanoparticle biosensors. Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology, 2 (3): 291-304.

Heister, E., Brunner, E. W., Dieckmann, G. R., Jurewicz, I., Dalton, A. B. 2013, Are Carbon Nanotubes a Natural Solution? Applications in Biology and Medicine. ACS Appl. Mater. Interfaces, 5 (6): 1944-8244, https://doi.org/10.1021/am302902d

Hussein, A. K. 2016, Applications of nanotechnology to improve the performance of solar collectors – Recent advances and overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 62: 767-792.

Ibrahim, R. K., Hayyan, M., AlSaadi, M. A., Hayyan, A., Ibrahim, S. 2016, Environmental application of nanotechnology: air, soil, and water. Environmental Science and Pollution Research, 23(14): 13754-13788.

Kaushik, A. K., & Dhau, J. S. 2022, Photoelectrochemical oxidation assisted air purifiers; perspective as potential tools to control indoor SARS-CoV-2 Exposure. Appl. Surface Sci. Advan., 9: 100236.

Klostergaard, J., Seeney, C. E. 2012, Magnetic nanovectors for drug delivery. Nanomedicine: Nanotechnology. Biol. Med., 8: S37-S50.

Kunduru, K. R., Nazarkovsky, M., Farah, S., Pawar, R. P., Basu, A., Domb, A. J. 2017, Nanotechnology for water purification: applications of nanotechnology methods in wastewater treatment. Water Purification, 33-74.

Kushwaha, S. K., Ghoshal, S., Rai, A. K., Singh, S. 2013, Carbon nanotubes as a novel drug delivery system for anticancer therapy: A Review. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 49(4): 629-643.

Li, L., He, D., Guo, Q., Zhang, Z., Ru, D., Wang, L., Gong, K., Liu, F., Duan, Y., Li, H. 2022, Exosome-liposome hybrid nanoparticle codelivery of TP and mir497 conspicuously overcomes chemoresistant ovarian cancer. Journal of Nanobiotechnology, 20 (1): 50.

Li, Q., Mahendra, S., Lyon, D. Y., Brunet, L., Liga, M. V., Li, D., Alvarez, P. J. J. 2008, Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications. Water Res., 42 (18): 4591-4602.

Liu, Z., Tabakman, S., Welsher, K., Dai, H. 2009, Carbon Nanotubes in Biology and Medicine: In vitro and in vivo Detection, Imaging and Drug Delivery. Nano Res., 2 (2): 85-120.

Luo, P. G., Sahu, S., Yang, S.-T., Sonkar, S. K., Wang, J., Wang, H., LeCroy, G. E., Cao, L., Sun, Y. P. 2013, Carbon “quantum” dots for optical bioimaging. Journal of Materials Chemistry B, 1 (16): 2116.

Manchev, L. 2019, Magnetic Resonance Imaging. In *Google Books*. BoD – Books on Demand. https://books.google.com.au/books?hl=en&lr=&id=Jpj8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=MNP+nanoparticles+for+MRI&ots=S_OGnQQaqZ&sig=fAYn5BR_Q2YpbVhvL_P8VNLR1Ks#v=onepage&q=MNP%20nanoparticles%20for%20MRI&f=false

Mandal, D., Bolander, M. E., Mukhopadhyay, D., Sarkar, G., Mukherjee, P. 2005, The use of microorganisms for the formation of metal nanoparticles and their application. Applied Microbiology and Biotechnology, 69 (5): 485-492.

Mazumder, S., Dey, R., Mitra, M. K., Mukherjee, S., Das, G. C. 2009, Review: Biofunctionalized Quantum Dots in Biology and Medicine. J. Nanomaterials, 2009: 1-17.

Mhlwatika, Z., Aderibigbe, B. 2018, Application of dendrimers for the treatment of infectious diseases. Molecules, 23 (9): 2205.

Mignani, S., Shi, X., Zablocka, M., & Majoral, J.P. 2019, Dendrimer-enabled therapeutic antisense delivery systems as innovation in medicine. Bioconjugate Chem., 30 (7): 1938-1950.

Nakhleh, M. K., Broza, Y. Y., Haick, H. 2014, Monolayer-capped gold nanoparticles for disease detection from breath. Nanomed., 9 (13): 1991-2002.

Perevedentseva, E., Lin, Y. C., Jani, M., Cheng, C. L. 2013, Biomedical applications of nanodiamonds in imaging and therapy. Nanomed., 8 (12): 2041-2060.

Petersen, A. L., Hansen, A. E., Gabizon, A., & Andresen, T. L. 2012, Liposome Imaging Agents in Personalized Medicine. Adv. Drug Del. Rev., 64 (13): 1417-1435.

Pfaff, A., Beltz, J., Ercal, N. 2018, Nanodiamonds as antioxidant carriers: applications for drug delivery. Free Rad. Biol. Med., 128: S48.

Raouf, I., Khalid, S., Khan, A., Lee, J., Kim, H. S., Kim, M.-H. 2020, A review on numerical modeling for magnetic nanoparticle hyperthermia: Progress and challenges. J. Thermal Biol., 91: 102644.

Riley, R. S., Day, E. S. 2017, Gold nanoparticle-mediated photothermal therapy: applications and opportunities for multimodal cancer treatment. Wiley Interdisciplinary Reviews. Nanomed. Nanobiotechnol., 9 (4): 10.1002/wnan.1449.

Ruoslahti, E. 2012, Peptides as targeting elements and tissue penetration devices for nanoparticles. Adv. Materials, 24 (28): 3747–3756.

Sharifi, M., Attar, F., Saboury, A. A., Akhtari, K., Hooshmand, N., Hasan, A., El-Sayed, M. A., Falahati, M. 2019, Plasmonic gold nanoparticles: Optical manipulation, imaging, drug delivery and therapy. J. Controlled Release, 311-312: 170-189.

Uthappa, U.T., Arvind, O.R., Sriram, G., Losic, D., Ho-Young-Jung, Kigga, M., Kurkuri, M.D. 2020, Nanodiamonds and their surface modification strategies for drug delivery applications. J. Drug Delivery Sci. Technol., 60: 101993.

Veetil, J. V., Ye, K. 2008, Development of immunosensors using carbon nanotubes. Biotechnol. Prog., 23 (3): 517-531.

Zhang, M., Xu, C., Jiang, L., Qin, J. 2018, A 3D human lung-on-a-chip model for nanotoxicity testing. Toxicol. Res., 7 (6): 1048-1060.

Zhang, P., Lu, H., Chen, J., Han, H., Ma, W. 2014, Simple and Sensitive Detection of HBsAg by Using a Quantum Dots Nanobeads Based Dot-Blot Immunoassay. Theranostics, 4 (3): 307-315.

Zhu, Y., Li, J., Li, W., Zhang, Y., Yang, X., Chen, N., Sun, Y., Zhao, Y., Fan, C., Huang, Q. 2012, The Biocompatibility of Nanodiamonds and Their Application in Drug Delivery Systems. Theranostics, 2 (3): 302-312.

REVIEW PAPER

The SARS-CoV-2 Pandemic: Confusion and Crisis at the Wuhan Central Hospital, China

Ragib A. Khan[1] and M. S. Zaman[2,3,*]

[1]Freelance Author and Researcher, Leonard Bernstein Strasse, Vienna, Austria +43
[2]Department of Biological Sciences, Alcorn State University, Lorman, MS 39076, USA
[3]Department of Biology, South Texas College, McAllen, TX 78501, USA

**Corresponding Author: M. S. Zaman*
Corresponding Email: zaman@alcorn.edu; mzaman@southtexascollege.edu

Received: 12/15/2022 / Accepted: 1/17/2023

https://doi.org/10.5281/zenodo.7868838

ABSTRACT

SARS-CoV-2 was first detected at a seafood market in Wuhan, China, where exotic live animals such as bat, snake, pangolins, birds were sold. Reports indicated that initially 41 human subjects were infected who were someway connected to this market place. Reportedly, Dr. Ai Fen, the head of the Emergency division of Wuhan Central Hospital, first detected and realized the severity of the SARS-CoV-2 infection and indicated that this virus could transmit from human-to-human. However, the hospital administration disbelieved Dr. Ai Fen's assertion and accused and disciplined her of spreading panic and rumors. Documents revealed that on December 10, 2019, a 57-year old woman was first diagnosed with COVID-19, and on March 6, 2020, The Wall Street Journal reported that, probably this woman was the Patient Zero. Since the hospital was located near the seafood market, the hospital's emergency room was flooded with virus infected patients and the hospital was treating over 1,500 patients per day, which was three times more than what the hospital usually handled. The Chinese authority eventually closed down the market. While the origin of SARS-CoV-2 could not be confirmed, there were a couple of assumptions and one suspicion. The assumptions were: (1) a virus infected person could be the source of infection, as a lot of tourists were visiting Wuhan at that time due to the new year celebration, (2) there could be a virus infected animal, such as pangolin or horseshoe bat in the market which was the source of infection. The suspicion was, the virus could have spread from a laboratory.

Keywords: SARS-CoV-2, Pangolin, Horseshoe bats, COVID-19, Dr. Ai Fen

Cite this article as: *Khan, R. A., Zaman, M.S. 2023, The Emergence of SARS-COV-2, and Confusions and Crisis in Wuhan Central Hospital, China, Bangla J. Interdisciplinary Sci., 1 (1); 46-61.*

SARS-CoV-2 প্যানডেমিক: উহান সেন্ট্রাল হসপিটাল, চিনের বিভ্রান্তি ও সংকট

সারাংশ

প্রচলিত বিশ্বাস হলো, ২০১৯ এর ডিসেম্বরে চিনের উহানে একটি সি-ফুড বাজার এলাকায় SARS-CoV-2-এর প্রথম প্রাদুর্ভাব হয়। এ বাজারে নানা ধরনের জীবিত পশুপাখি- যেমন: সাপ, বাদুড়, প্যাংগোলিন, ইত্যাদি বিক্রি হতো। এ বাজার থেকে প্রথম ৪১ জন আক্রান্ত হয়। পরবর্তীতে চাইনিজ কর্তৃপক্ষ ওই বাজারটি পুরোপুরি বন্ধ করে দেয়। চিনে SARS-CoV-2-ভাইরাসের আবির্ভাব প্রথম শনাক্ত করেন চিনের উহানের কেন্দ্রীয় হাসপাতালের জরুরি বিভাগের প্রধান ড. আই ফেন এবং তিনিই প্রথম এ ভাইরাসের ভয়াবহতা অনুধাবন করে বলেন, এ ভাইরাসটি মানুষ থেকে মানুষে সংক্রমিত হতে পারে। কিন্তু হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ তা বিশ্বাস করেননি এবং তারা ড. আই ফেনকে গুজব ছড়ানো এবং সাধারণ মানুষের মধ্যে ভীতি সৃষ্টিকারী হিসেবে অভিযুক্ত করে তাঁকে নিগৃহীত করেন। সরকারি তথ্য অনুযায়ী, ডিসেম্বরের ১০ তারিখে একজন ৫৭ বছর বয়সী নারীর দেহে প্রথম এ ভাইরাসের উপস্থিতি লক্ষ করা যায় এবং মার্চের ৬ তারিখে দি ওয়াল স্ট্রিট জার্নাল মন্তব্য করে সম্ভবত এ রোগীই উৎস রোগী (Patient Zero)। কেন্দ্রীয় হাসপাতালটি ওই বাজারের খুব কাছে অবস্থিত ছিল। এ সময়টায় জরুরি বিভাগে প্রতিদিন গড়ে প্রায় ১৫০০ রোগী আসছিল, যা স্বাভাবিক অবস্থার তিনগুণ। হাসপাতাল কর্মীরাও ব্যাপকভাবে এ ভাইরাসে আক্রান্ত হতে থাকেন। যদিও SARS-CoV-2 ভাইরাসটির আদি উৎস এখনও বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করতে পারেননি। তবে এ প্রসঙ্গে দুটি ধারণা এবং একটি সন্দেহ আছে। একটি ধারণা হলো, এ ভাইরাসের আদি উৎস ওই বাজারটি নয়, ভাইরাসটি বাইরে থেকে এসেছে। দ্বিতীয় ধারণাটি হলো, উহানের বাজারে কোনো করোনা ভাইরাস-সংক্রমিত প্রজাতি ছিল অথবা কোনো সংক্রমিত প্রজাতি এ বাজারে নিয়ে আসা হয়েছিল এবং তাদের থেকেই এ ভাইরাসের প্রাদুর্ভাব হয়েছে। এ প্রাণীরা হলো প্যাংগোলিন অথবা হর্স-শু প্রজাতির বাদুড়। আর সন্দেহটি হলো এ ভাইরাসটি কোনো গবেষণাগার থেকে ছড়িয়েছে।

মূল আলোচ্য বিষয়: কোভিড-১৯, SARS-CoV-2, প্যাংগোলিন, হর্স-শু বাদুড়, ড. আই ফেন।

ভূমিকা:

SARS-CoV-2 ভাইরাসের উদ্ভব ও বিকাশের স্থান নিয়ে মতপার্থক্য রয়েছে। অনেকে মনে করেন, ভাইরাসটি উহানের বাজারে ধরা পড়ার আগেই অন্য কোথাও আবির্ভূত হয়েছিল। এছাড়া অ্যামেরিকা অভিযোগ করছে যে, ভাইরাসটি উহানের কোনো ল্যাবরেটরি থেকে ছড়িয়েছে; যদিও চিন তা অস্বীকার করছে এবং অ্যামেরিকা এখন পর্যন্ত তাদের অভিযোগের কোনো প্রমাণ দিতে পারেনি। সাধারণত কোনো একটি ভাইরাসের আদি উৎস নির্ণয় করা সহজ নয়। স্প্যানিশ ফ্লুর উৎস আজ পর্যন্ত অনাবিষ্কৃত।

কোনো ভাইরাসের কোনো বিশেষ এলাকায় আবির্ভূত হওয়া এবং আদি উৎস এক বিষয় নয়। এখন পর্যন্ত প্রচলিত বিশ্বাস হলো উহানের একটি সি-ফুড (Seafood) বাজার থেকে ভাইরাসটির উদ্ভব হয়েছে। ভাইরাসের আদি উৎস নিয়ে মতানৈক্যের ঘটনার নজির করোনা ভাইরাসের ইতিহাসেই রয়েছে। করোনা

ভাইরাসের MERS (Middle East Respiratory Syndrome) ভেরিয়েশন (Variation)-এর প্রাদুর্ভাব হয় ২০১২ সালে। এ বছরের জুন মাসে প্রথম সৌদিআরবে একজন রোগীর মধ্যে এ রোগ ধরা পড়ে (Zaki et al., 2012)। কিন্তু পরবর্তী সময়ে দেখা যায় এ রোগ ইতোপূর্বে জর্দানের জার্কা শহরে এপ্রিল মাসে আবির্ভূত হয়েছিল (Hijawi et al., 2013)।

২০০২ সালের SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) ভাইরাস চিনের একটি বাজার এলাকা থেকে শুরু হয়েছিল। আর বর্তমানের SARS-CoV-2 ভাইরাসটিও উহানের একটি সি-ফুড বাজার এলাকা থেকেই শুরু হয়েছে। এ বাজারে নানা ধরনের জীবিত পশুপাখি- যেমন: সাপ, বাদুড়, প্যাংগোলিন, ইত্যাদি বিক্রি হয়। তবে ২০০২ সালের মহামারির (Epidemic) সময় চিন যেভাবে সমস্যাটিকে মোকাবেলা করেছিল, তার তুলনায় বর্তমান সমস্যার সময় তাদের সক্রিয় উদ্যোগ নিয়ে অনেক প্রশ্ন ওঠেছে। এর অন্যতম কারণ হলো, বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে রাজনীতির হস্তক্ষেপ। তা না হলে সম্ভবত এ ভাইরাস এত ব্যাপকভাবে ছড়াতে পারত না এবং তাদের ২০০৩ সালের অভিজ্ঞতার সাপেক্ষে এ বিপর্যয়কে মোকাবেলা করা সহজতর হতো।

২০১৯ এর ডিসেম্বরে SARS-CoV-2-এর প্রাদুর্ভাবের কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই তারা এ ভাইরাসকে শনাক্ত করে। উহানের যে বাজার (Huanan Seafood Wholesale Market) থেকে প্রথম ৪১ জন আক্রান্ত হয়, তাদের ওপর গবেষণা করে। তারা SARS-CoV-2-এর জেনেটিক সংগঠন (Genetic sequence) শনাক্ত করে। তাদের এ কাজটি থেকেই সারা বিশ্বের ল্যাবরেটরিগুলি ভাইরাসকে শনাক্ত করার পদ্ধতি জানতে পারে।

এ ভাইরাসটির যখন আবির্ভাব হয়, চিনে তখন শীতকাল এবং শীতকালে বিভিন্ন শীতকালীন রোগের প্রাদুর্ভাব হয়। যেমন: ইনফ্লুয়েঞ্জা, নিউমোনিয়া, জ্বর, কাশি বা শ্বাসকষ্টজনিত অসুখগুলি। তবে বিজ্ঞানীরা লক্ষ করেন অন্যান্য শীতকালীন অসুখগুলির যে ধরনের লক্ষণ ধরা পড়ে, তাদের সাথে এ ভাইরাসটির প্রদর্শিত লক্ষণগুলির মধ্যে সাদৃশ্য থাকলেও তাদের মধ্যে পার্থক্যও আছে। যেমন: ঔষধ দিলেও জ্বর কমে না, আর এ পর্যবেক্ষণ থেকেই তারা SARS-CoV-2-কে শনাক্ত করতে সক্ষম হন।

ডিসেম্বরের ৪ তারিখ থেকে জানুয়ারির ২ তারিখের মধ্যে উহানের বাজার থেকে আক্রান্ত প্রথম ৪১ জন ক্রমশ অসুস্থ হতে থাকেন। তাদের প্রত্যেকেরই জ্বর, কাশি এবং শ্বাসকষ্টজনিত সমস্যা ছিল। তখন পর্যন্ত চিকিৎসকরা ভাইরাসটির কথা ধারণা করতে পারেননি। তাদের ধারণা ছিল এটি শীতকালীন কোনো অসুখ। এ সময়টাতেই ভাইরাসটির প্রবৃদ্ধি (Incubation) হতে থাকে এবং ছড়াতে থাকে। জানুয়ারির ১২ তারিখে প্রথম একজন রোগীর মৃত্যু হয় এবং অন্য সাতজনের অবস্থা বেশ খারাপ ছিল। পরে ছয়জন সুস্থ হয়ে হাসপাতাল ত্যাগ করে। উহানের মেডিকেল হেলথ কমিশন-এর রিপোর্ট এবং The Lancet-এ প্রকাশিত একটি রিপোর্ট থেকে এসব তথ্য পাওয়া যায় (Huang et al., 2020)।

চাইনিজ কর্তৃপক্ষ জানুয়ারির ১ তারিখে উহানের ওই বাজারটি পুরোপুরি বন্ধ করে দেয়। এতে রোগীর সংখ্যা কমে আসে। চাইনিজ কর্তৃপক্ষ ধারণা করে, সম্ভবত উহানের বাইরের চাইনিজ জনগোষ্ঠী বা পর্যটকদের মধ্য থেকে ভাইরাসটি ছড়াচ্ছে। কারণ জানুয়ারির ২৫ তারিখে চাইনিজ নববর্ষ উৎসব ছিল। ফলে উহানে প্রচুর পর্যটক এবং বিদেশির সমাগম হয়। তাছাড়া উহান একটি আন্তর্জাতিক বাণিজ্যিক এলাকা, যে কারণে সেখানে প্রতিনিয়ত অসংখ্য বিদেশির আনাগোনা ছিল। চাইনিজ কর্তৃপক্ষ তাদের নববর্ষের উৎসবকে স্থগিত ঘোষণা করে। অনেক বিশেষজ্ঞ ধারণা করেন, সম্ভবত এ উহানে চাইনিজ নববর্ষ উপভোগের জন্য

আগত বিদেশি পর্যটক এবং প্রবাসীদের মাধ্যমে ভাইরাসটি সারাবিশ্বে ছড়িয়ে পড়ে এবং অতিমারি (Pandemic) বিপর্যয়ে রূপ নেয়। এ পরিস্থিতিতে ভাইরাসটির উৎস জানার জন্য চাইনিজ বিজ্ঞানীরা আরও গভীরভাবে উহানের পশুপাখিদের মধ্যে অনুসন্ধান শুরু করেন এবং ধারণা করেন, খুব সম্ভবত প্যাংগোলিন বা বিশেষ ধরনের বাদুড় (Horseshoe Bats) থেকে এ ভাইরাস ছড়িয়েছে।

এ সময়টায় WHO (World Health Organization) সক্রিয় উদ্যোগ গ্রহণ করে এবং ভাইরাসটি সম্পর্কে পৃথিবীবাসীকে সচেতন করে তুলতে থাকে। তারা তাদের ওয়েবসাইটে নানা ধরনের প্রাথমিক তথ্য প্রকাশ করে। তারা প্রাথমিক প্রতিরক্ষা হিসেবে একটা নির্দেশিকা (Guideline) তৈরি করে এবং তা তাদের ওয়েবসাইটে প্রকাশ করে। তবে এখানে দুটি সমস্যা ছিল– চিন কর্তৃপক্ষ এ বিপর্যয়ের শুরুতে WHOকে আক্রান্ত এলাকায় প্রবেশের অনুমতি দেয়নি। এদিকে আকাশপথে ভ্রমণ নিয়ন্ত্রণের প্রশ্নে WHO তার বিপক্ষে সিদ্ধান্ত দেয়। কারণ তখন পর্যন্ত WHO এ ভাইরাসের বিস্তার ও পরিণতি সম্পর্কে ধারণা করতে পারেনি।

এ পরিস্থিতিতে মহামারি মোকাবেলায় হংকংও সক্রিয় উদ্যোগ নেয় এবং খুব সম্ভবত তারাই একেবারে শুরুর দিকের দেশ; যারা অতিমারি বিপর্যয়ের কথা আন্দাজ করতে পারে এবং ভাইরাস মোকাবেলায় বিস্তারিত পদক্ষেপ গ্রহণ করে। জানুয়ারির ৪ তারিখে তারা "Preparedness and Response Plan for NoVel Infection disease of Public Health Significance 2020" শিরোনামে একটি বিস্তারিত মডেল প্রস্তাব করে। করোনা ভাইরাসকে প্রতিহত করার জন্য খুব সম্ভবত এটিই প্রথম মডেল (Hong Kong Press Release, 2020)।

যদিও SARS-CoV-2 ভাইরাসটির আদি উৎস এখনও বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করতে পারেননি; তবে এ প্রসঙ্গে দুটি ধারণা (Hypothesis) এবং একটি সন্দেহ আছে। ধারণা দুটির একটি হলো, এ ভাইরাসের আদি উৎস উহানের ওই বাজারটি নয়, ভাইরাসটি বাইরে থেকে এসেছে। দ্বিতীয় ধারণাটি হলো, উহানের বাজারে কোনো করোনা ভাইরাস-সংক্রমিত প্রজাতি (Reservoir) ছিল এবং তাদের থেকেই এ ভাইরাসের প্রাদুর্ভাব হয়েছে। অথবা কোনো সংক্রমিত প্রজাতি এ বাজারে নিয়ে আসা হয় এবং তাদের থেকে মানুষসহ অন্যান্য প্রাণীরা আক্রান্ত হয়। এ প্রাণীরা হলো প্যাংগোলিন অথবা হর্স-শু (Horseshoe) প্রজাতির বাদুড়। আর সন্দেহটি হলো এ ভাইরাসটি কোনো গবেষণাগার থেকে ছড়িয়েছে।

প্যাংগোলিন (Pangolin)

যখন কোনো সংক্রামক জীবাণু একটি Host population থেকে অন্য Host population-এ বংশবিস্তার করে, তখন এ ধরনের সংক্রমণকে বলা হয় Spillover infection বা Spillover event অথবা Pathogen spillover। যেহেতু এ SARS-CoV-2 ভাইরাসটির আদি উৎস জানা যায়নি, তাই এটি সম্ভবত একটি Spillover event। উহানের ওই বাজারে প্রথমদিকে যারা আক্রান্ত হয়েছিল, তাদের অধিকাংশই ছিল উক্ত বাজারের কর্মচারী। বিজ্ঞানীরা মনে করেন, সম্ভবত প্যাংগোলিন Host population এবং Horse-shoe প্রজাতির বাদুড় এ ভাইরাস দ্বারা সংক্রমিত হয় এবং পরবর্তীতে প্যাংগোলিন থেকে মানবদেহে প্রবেশ করে ভাইরাসটি। একটি রিপোর্টে বলা হয়েছে, ওই ৪১ জনের মধ্যে ১৩ জন ছিল বাইরের, যাদের বাজাটির সাথে কোনো সম্পর্ক ছিল না (Zhou et al., 2020)।

চিনে প্যাংগোলিন (Figure: 1A) অত্যন্ত জনপ্রিয় খাবার। তাছাড়া এ প্রাণীটি থেকে বিভিন্ন ধরনের ঔষধও তৈরি করা হয়। চিনের গোয়ানডং (Guangdong) ওয়াইল্ড লাইফ রেসকিউ সেন্টার ২০১৯ সালের মার্চ মাসের ২৪ তারিখে স্মাগলিং কাস্টমস ব্যুরো থেকে একুশটি মালয়য়ান প্যাংগোলিন উপহার হিসেবে পায়। সবগুলি প্যাংগোলিন অত্যন্ত দুর্বল এবং অসুস্থ ছিল। তার মধ্যে ১৬টি প্যাংগোলিন অনেক প্রচেষ্টা সত্ত্বেও মারা যায়। গবেষকরা এ ১৬টি মৃত প্যাংগোলিনের ওপর গবেষণা করেন। এ পরীক্ষায় তারা দুটি প্যাংগোলিনের মধ্যে করোনা ভাইরাসের সন্ধান পান। এখানে তারা পর্যবেক্ষণ করেন যে, করোনা ভাইরাসের উদ্ভূত প্রজাতির মধ্যে SARS-CoV-2-এর সংখ্যা সবচেয়ে বেশি ছিল।

হর্স-শু বাদুড় (Horseshoe Bats)

ধারণা করা হয় যে, SARS-CoV-2 ভাইরাসটি হর্স-শু প্রজাতির বাদুড় থেকে উদ্ভূত (Figure: 1B) এবং প্যাংগোলিনের মাধ্যমে মানবদেহে সংক্রমিত হয়েছে। কানাডার ম্যাক-মাস্টার বিশ্ববিদ্যালয়ের (McMaster University) ভাইরোলজিস্ট ড. ব্যানার্জীর মতে, ভাইরাসটির উৎস হচ্ছে গন্ধগোকুল (Civet) নামে এক শ্রেণির প্রাণী (Figure: 1C) (Cyranoski, 2020)।

Figure 1: The suspected hosts of SARS-CoV-2 virus. (**A)** Pangolin, (**B**) Horseshoe Bat, and (**C**). African Civet (Credit: Google images)।

করোনা ভাইরাসের উদ্ভব ও সংক্রমণ

করোনা ভাইরাসে মানুষ এবং পশুপাখি উভয়েই আক্রান্ত হতে পারে। ১৯৩০ সালে মুরগির শ্বাসনালীতে প্রথম করোনা ভাইরাস ধরা পড়ে, তখন বিজ্ঞানীরা এ ভাইরাসটির নামকরণ করেন IBV (Infectious Bronchitis Virus) (Fabricant, 1998)। এরপর ১৯৩১ সালে আর্থার শালক (Arthur Schalk) এবং ম্যাকহন (McHawn) নর্থ ডাকোটায় মুরগির শ্বাসনালীতে এ সংক্রমণের বিস্তারিত ব্যাখ্যা দেন। তাঁরা দেখান যে, এ অসুখে মুরগির মৃত্যুর হার ৪০-৯০% (Fabricant, 1998)।

১৯৩৭ সালে ফ্রেড বিউডেট (Fred Baudette) এবং চার্লস হাডসন (Charles Hudson) ঘোষণা করেন যে, তাঁরা সফলভাবে এ ভাইরাসকে পৃথক করতে সমর্থ হয়েছেন। ১৯৪০ সালে পশুপাখির অন্য দুটি করোনা ভাইরাস MHV (Mouse Hepatitis Virus), TGEV (Transmissible Gastroenteritis Virus) গবেষণাগারে পৃথক করা হয়। মানবদেহে করোনা ভাইরাসের অবস্থানের ওপর সক্রিয়ভাবে গবেষণা শুরু হয় গত শতাব্দীর ষাটের দশকে, মূলত ইংল্যান্ড এবং অ্যামেরিকায়।

ব্রিটিশ মেডিকেল রিসার্চ কাউন্সিল (British Medical Research Council)-এর তিন গবেষক ই.সি. ক্যান্ডাল (E.C. Kendale), ডেভিড টিরেল (David Tyrell) এবং ম্যালকম বায়ন (Malcom Boyne) প্রথম B814 ভাইরাসকে পৃথক করতে সক্ষম হন। B814 মানুষের মধ্যে পাওয়া (of human origin) প্রথম করোনা ভাইরাস। মানুষ এবং পশু-পাখিতে পাওয়া করোনা ভাইরাসগুলির মধ্যে কিছু সামঞ্জস্য ও কিছু পার্থক্য রয়েছে, যা Xu et al. (2020)-এ আলোচিত হয়েছে। সেই সময়টায় ভাইরাসকে পৃথকীকরণের প্রথাগত পদ্ধতির মাধ্যমে এ B814কে পৃথক করা সম্ভব হচ্ছিল না। পরবর্তীতে ১৯৬৫ সালে ডেভিড টিরেল এবং ম্যালকম বায়ন "Serial passaging" পদ্ধতির মাধ্যমে এ ভাইরাসকে পৃথক করতে সক্ষম হন।

প্রায় একই সময়ে অ্যামেরিকার শিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ের দুই গবেষক ডরোথি হামরে (Dorothy Hamre) এবং জন প্রকনো (John Procknow) আরেকটি ভাইরাস আবিষ্কার করেন এবং তার নাম দেন 229E এ ভাইরাসটির ওপর তাঁরা উপর্যুক্ত "Inoculation" পদ্ধতি প্রয়োগ করেন এবং পূর্বোক্ত পরীক্ষাটির মতো একই ফল পান। ১৯৬৭ সালে সেন্ট টমাস হসপিটালের স্কটিশ গবেষক ও বিজ্ঞানী ড. আলমাইডা ইলেক্ট্রন মাইক্রোস্কপি (Electron Microscopy) পদ্ধতিতে ওই ভাইরাসদ্বয়ের ছবি তুলতে সক্ষম হন এবং এখানে তিনি দেখান যে, অঙ্গসংস্থান (Morphology) অনুযায়ী এ ভাইরাসগুলি ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত, যা প্রমাণ হয় তাদের ক্লাব-লাইক স্পাইকগুলির (Club-like Spike) মাধ্যমে। অঙ্গসংস্থান অনুসারে এ ভাইরাসগুলি IBV ভাইরাসগুলির সাথে সম্পর্কিত।

অ্যামেরিকার ন্যাশনাল ইন্সটিটিউট অব হেলথ (National Institute of Health) এ সময় এ ভাইরাস গ্রুপের আরেকটি ভাইরাসকে শনাক্ত করে এবং এ ভাইরাসটির নাম দেয় OC43। এ গ্রুপের অন্যান্য ভাইরাসগুলির মতো এ ভাইরাসগুলিরও ক্লাব স্পাইক থাকে, যা ইলেক্ট্রন মাইক্রোস্কপি (Electron Microscopy) পদ্ধতিতে পর্যবেক্ষণ করা যায়। বিজ্ঞানীরা অচিরেই আবিষ্কার করেন এ অপরিচিত শীতকালীন (Novel cold) ভাইরাসগুলি MHV (Mouse Hepatitis Virus)। এ শ্রেণির ভাইরাসগুলিকেই পরবর্তীতে করোনা ভাইরাস নামকরণ করা হয়।

তারপরের দশকগুলিতে বিজ্ঞানীরা 229E এবং OC43 ভাইরাসগুলির ওপর গবেষণা চালিয়ে যান। কালের চক্রে B814 ভাইরাসটি বিলুপ্ত হয়ে যায় এবং এখন পর্যন্ত বিজ্ঞানীরা জানতে পারেননি বর্তমানের কোন ভাইরাসটি ওই B814 এর সংস্করণ।

শক্তিশালী করোনা ভাইরাসগুলি হলো: Middle East Respiratory Syndrome coronavirus (MERS-CoV), Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus (SARS-CoV), এবং Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2)। তুলনামূলকভাবে কম শক্তিশালী করোনা ভাইরাসগুলি হলো: Human coronavirus OC43 (HCoV-OC43), Human coronavirus HKU1 (HCoV-HKU1), Human coronavirus 229E (HCoV-229E) এবং Human coronavirus NL63 (HCoV-NL63)।

১৯৬০ এর দশকে মানবদেহে সংক্রমণকারী করোনা ভাইরাসকে গবেষণাগারে পৃথক করা হয় (Wikipedia, Coronavirus, 2022)। প্রথম যে দুটি করোনা ভাইরাস মানুষের সাধারণ ঠান্ডা লাগার অসুস্থতা থেকে আবিষ্কার করা হয়, সেগুলি হলো: 229E এবং OC43। এ ভাইরাসদুটির প্রথম ছবি তোলেন স্কটিশ বিজ্ঞানী জুন আলমাইডা (June Almeida)। মানবদেহে আক্রমণকারী অন্যান্য করোনা ভাইরাসগুলি

পর্যায়ক্রমে আবিষ্কৃত হয় SARS-CoV (2003), HCoV, NL63 (2004), HKVI (2005), MERS-CoV (2012), SARS-CoV-2 (2019)। সবগুলি ভাইরাসই প্রথমে মানুষের শ্বাসযন্ত্রকে আক্রান্ত করে।

ড. আই ফেন (Dr. Ai Fen)

যখন প্রথম SARS-CoV-2-ভাইরাসের আবির্ভাব ঘটে, তখন তা প্রথম শনাক্ত করতে পারেন চিনের উহানের কেন্দ্রীয় হাসপাতালের জরুরি বিভাগের প্রধান ড. আই ফেন (Figure: 2A) এবং তিনি এ ভাইরাসের ভয়াবহতা অনুধাবন করতে পারেন। দিনটি ছিল ২০১৯ সালের ৩১ ডিসেম্বর। তিনিই প্রথম বলেন, এ ভাইরাসটি মানুষ থেকে মানুষে সংক্রমিত (Transmit) হতে পারে। তিনি এ তথ্য তাঁর সহকর্মী ডাক্তার বন্ধুদের জানিয়েছিলেন, যাতে তারা সাবধান হয়ে ভালোভাবে রোগীদের সেবা করতে পারেন এবং নিজেদেরও রক্ষা করতে পারেন। কিন্তু হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ তা বিশ্বাস করেননি এবং তারা ড. আই ফেনকে গুজব ছড়ানো এবং সাধারণ মানুষের মধ্যে ভীতি সৃষ্টিকারী হিসেবে অভিযুক্ত করেন এবং নিগৃহীত করেন। তাঁর সহকর্মী আটজন ডাক্তারকেও নানাভাবে নিগৃহীত করা হয়; বিশেষত ড. লি ওয়েনলিয়াং (Li Wenliang)-কে (Figure: 3B), যিনি নিজেও এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে ফেব্রুয়ারির ৭ তারিখে মারা যান (Bik, 2020)।

Figure 2: (**A**) Dr. Ai Fen, a doctor in Wuhan, who spoke criticizing Wuhan Central Hospital authorities for suppressing early warning signs of SARS CoV-2 outbreak. She saw several of her colleagues die from coronavirus (Credit: The Guardian). (**B**) Braille (left) and Emoji (right) versions of the blog post about Dr. Ai Fen. Dr. Fen's original postings were removed by Chinese authorities (Credit: Eliesbik, Science Integrity Digest)।

ড. আই ফেন-এর প্রসঙ্গটিতে বিস্তারিত আলোচনার আগে, সে সময়ে চিনে এ ভাইরাসের রহস্য উদ্ধার করার প্রয়াস এবং যে চিকিৎসাগত অবস্থা বিরাজ করছিল, তার একটা সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেয়া যাক। ২০২০ সালের মার্চের ১৩ তারিখে South China Morning Post-এ একটা অপরীক্ষিত খবরে বলা হয় এ ভাইরাসে প্রথম আক্রান্ত হন উহান প্রদেশের ৫৫ বছর বয়সের একজন রোগী এবং সেটা ছিল ২০১৯ সালের ১৭ নভেম্বর। ১৯২০ সালের মার্চের ২৭ তারিখে, সরকারি ডকুমেন্টের রেফারেন্সে আরেকটি খবর বের হয় যে, ২০১৯ সালের ডিসেম্বরের ১০ তারিখে একজন ৫৭ বছর বয়সী এক নারীর শরীরে প্রথম এ ভাইরাস পর্যবেক্ষণ করা হয় এবং মার্চের ৬ তারিখে দি ওয়াল স্ট্রিট জার্নাল (The Wall Street Journal) মন্তব্য করে,

সম্ভবত এ রোগীটিই উৎস রোগী (Patient Zero)। অন্যদিকে ডিসেম্বরের ১ তারিখে জিইনটান (Jinyintan) হাসপাতালে একই ধরনের লক্ষণ নিয়ে আরেকজন রোগী ভর্তি হয়, যার সাথে উহানের ওই কাঁচা বাজারের কোনো সম্পর্ক ছিল না। অথচ দেখা যায়, এর নয়দিন পর উহানের ওই কাঁচা বাজারে ভাইরাসটি ব্যাপকহারে ছড়িয়ে পড়ে। অন্যদিকে ডিসেম্বরের ২৬ তারিখে পাবলিক হেলথ কমিশন (Public Health Commission, চাইনিজ CCDC) উহানের কেন্দ্রীয় হাসপাতাল থেকে একজন রোগীর স্যাম্পল পান পরীক্ষা করার জন্য, যাকে একটা নতুন ধরনের করোনা ভাইরাস হিসেবে নিশ্চিত করা হয় এবং তা করেন ড. আই ফেন। এখন পর্যন্ত যেসব তথ্য উপাত্ত আছে, তার প্রেক্ষাপটে বলা যায়, তিনিই প্রথম SARS-CoV-2কে শনাক্ত করতে সমর্থ হন এবং তিনিই প্রথম আন্দাজ করতে পারেন এ ভাইরাসটির ভয়াবহতা। তিনি সাথে সাথে তাঁর সহকর্মী ডাক্তারদের বিষয়টি অবহিত করেন, যাঁদের মধ্যে ড. ওয়েনলিয়াংও ছিলেন।

ড. আই ফেন-এর লেখাটি যখন সোশ্যাল মিডিয়াতে প্রকাশিত হয়, তখন সরকারি কর্তৃপক্ষ সাথে সাথে তা মুছে ফেলেন। কিন্তু ইতোমধ্যে অনেকে পোস্টটি সংরক্ষণ করে ফেলেন এবং তারা জার্মান, ইংরেজিসহ বিভিন্ন ভাষায় (DNA Code, Braille, Emoji) (Figure: 2B) তা পুনরায় ইন্টারনেটে পোস্ট করেন। মার্চের ১১ তারিখে দি গার্ডিয়ান (The Guardian) আপডেটটি প্রকাশ করে। মার্চের ১২ তারিখে একজন পাঠক পূর্বের আপডেটটি থেকে উন্নততর আরেকটি আপডেট প্রকাশ করেন।

ড. আই ফেন মার্চ মাসের ১ তারিখে মেসেজটি পাঠান, একই দিনে Thyroid and Breast Surgery বিভাগের ডিরেক্টর এই ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে মারা যান। দুইদিন পর Ophthalmology বিভাগের ডেপুটি ডিরেক্টর এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে মারা যান। এ একই বিভাগে ড. ওয়েনলিয়াংও কর্মরত ছিলেন। মার্চের ৯ তারিখে এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে চারজন হাসপাতাল কর্মী মারা যান। এ হাসপাতালটি উহানের ওই কাঁচা বাজারের খুব নিকটে অবস্থিত ছিল এবং হাসপাতাল-কর্মীরা ব্যাপকভাবে এ ভাইরাসে আক্রান্ত হতে থাকেন। সে সময় মিডিয়ার রিপোর্ট অনুযায়ী প্রায় ২০০ ডাক্তার-কর্মচারী এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে পড়েন, তারমধ্যে বেশ কয়েকজন হাসপাতালের ঊর্ধ্বতন কর্মকর্তাও ছিলেন।

ড. আই ফেন বলেন, এ দুঃখজনক বিপর্যয়কে ২০১৯ সালের ডিসেম্বর মাসের ৩০ তারিখেই প্রতিহত করার চেষ্টা শুরু করা যেত। এ তারিখে ড. আই ফেন একজন ভাইরাস-আক্রান্ত রোগীর রিপোর্ট পান এবং সেখানে "SARS Coronavirus" উল্লেখ করা হয়। ড. আই ফেন "SARS Coronavirus" লেখাটি লাল কালিতে হাইলাইট করেন এবং টেলিফোনে সহকর্মী ডাক্তারদেরকে তাঁর উদ্বেগের কথা জানান। এ সময় ড. আই ফেন-এর একজন সহকর্মী রিপোর্টটি দেখতে চান। তখন ড. আই ফেন রিপোর্টটির ছবি তোলেন এবং তাঁর সহকর্মী বন্ধুদেরকে পাঠান। সে রাতেই রিপোর্টটি ছড়িয়ে পড়ে এবং অনেকেই বিষয়টি জেনে যান। তাঁদের মধ্যে ড. ওয়েনলিয়াংসহ ওই আটজন ডাক্তারও ছিলেন; যাদেরকে পরবর্তীতে পুলিশ শাস্তি দেয়।

এ ঘটনার পরিপ্রেক্ষিতে হাসপাতালের শৃঙ্খলা রক্ষা কমিটি ড. আই ফেনকে তলব করে এবং তাঁকে কঠোর ভর্ৎসনা করে। কমিটি তাঁকে বলে, তিনি অপেশাদারি পদ্ধতিতে কাজ করছেন, গুজব ছড়াচ্ছেন এবং সাধারণ জনগণের মধ্যে ভীতির সৃষ্টি করছেন। কমিটি এ ধরনের তথ্য ভবিষ্যতে প্রকাশ না করার নির্দেশ দেন (Kou, 2020)। কমিটি আরও বলেন, এ ধরনের বিষয় নিয়ে তিনি তাঁর স্বামীর সাথেও কথা বলতে

পারবেন না। এ ঘটনার পর ড. আই ফেন পদত্যাগ করেতে চান অথবা ছুটি চান। কর্তৃপক্ষ তাঁর দুটি ইচ্ছাকেই না-মঞ্জুর করে এবং যথারীতি কাজ করে যেতে নির্দেশ দেন।

২০২০ সালের ২ মার্চ উহান (Nanjing Road) কেন্দ্রীয় হাসপাতালের একটি সমাবেশে ড. ফেন এ বিষয়ে কথা বলেন। মূলত এ সময়টায় জরুরি বিভাগে প্রতিদিন গড়ে প্রায় ১৫০০ রোগী আসছিল; যা স্বাভাবিক অবস্থার তিনগুণ। এ সমাবেশে তিনি দুঃখ প্রকাশ করে বলেন, কর্তৃপক্ষের কঠোর সমালোচনা এবং শাস্তি প্রদানের পরও তাঁর ওই বিপদ-সংকেত বিতরণের কাজটি করে যাওয়া উচিত ছিল।

জানুয়ারি এবং ফেব্রুয়ারি মাসে হাসপাতালে যে অবর্ণনীয় অবস্থার সৃষ্টি হয়েছিল এবং তাঁর যে তিক্ত অভিজ্ঞতা হয়েছিল সে সম্পর্কে তিনি বলেন, ২০১৯ সালের ১৬ ডিসেম্বর তাঁদের হাসপাতালে একজন রোগী আসে। তার প্রচণ্ড জ্বর ছিল এবং ঔষধে তার জ্বর কমছিল না। ডিসেম্বরের ২২ তারিখে তাকে শ্বাসকষ্ট বিভাগে স্থানান্তর করা হয় এবং সেখানে তার একটা পূর্ণ পরীক্ষা করা হয়। সেখানে রোগের কারণ করোনা ভাইরাস বলা হয়। ড. আই ফেন বলেন, রোগীর চিকিৎসা প্রদানকারী ডাক্তার তাঁকে স্পষ্ট করে বলেন, "Director Ai, that person's diagnosis is coronavirus।" পরে জানা যায়, ওই রোগী উহানের ওই কাঁচা বাজারের একজন কর্মচারী।

ঠিক তার পরপরই ডিসেম্বরের ২৭ তারিখে আরেকজন রোগী হাসপাতালে ভর্তি হন। তার বয়স ৪০ এবং তার কোনো পূর্ব-অসুস্থতা ছিল না। তার ফুসফুসের অবস্থা ভয়ংকর খারাপ ছিল এবং রক্তে অক্সিজেনের পরিমাণ ছিল মাত্র ৯০%। তাকেও শ্বাসকষ্ট বিভাগে বদলি করা হয়। পরবর্তী দশ দিনের মধ্যেও তার অবস্থার কোনো উন্নতি হয়নি। ডিসেম্বরের ৩০ তারিখে তানজি (Tanji) হাসপাতাল থেকে তার এক বন্ধু একটি টেক্সট মেসেজ পাঠান, যাতে উহান বাজারের ছবি ছিল এবং সেখানে অসংখ্য মানুষ জ্বরে আক্রান্ত বলে উল্লেখ করা হয়েছিল। বন্ধুটি ড. আই ফেন-এর কাছে জানতে চান তথ্যটি সত্য কিনা। ড. আই ফেন তখন ওই উহানের বাজার থেকেই আগত একজন রোগীর CT করছিলেন। তিনি ওই CT এর একটা ১১ সেকেন্ডের ভিডিও বন্ধুকে পাঠিয়ে দেন।

ড. আই ফেন বলেন, সে দিনই বিকাল চারটায় তাঁর এক সহকর্মী তাঁকে একজন রোগীর ডায়াগনসিসের রিপোর্ট দেখান। সেখানে লেখা ছিল, "SARS Coronavirus, *Pseudomonas aeruginosa* 46 strain of bacteria and/or Fungi which colonize the oral cavity and/or respiratory tract."

ড. আই ফেন যখন রিপোর্টটি মনোযোগ দিয়ে পড়েন, তখন তিনি অনাগত বিপদের ভয়াবহতা উপলব্ধি করতে পারেন এবং অত্যন্ত শঙ্কিত হয়ে পড়েন এবং তাঁর শরীর ঘামতে থাকে। ড. আই ফেন সাথে সাথে জনস্বাস্থ্য বিভাগ (Public Health) এবং ইনফেকশন (Infection) বিভাগকে টেলিফোন করে স্বীয় উদ্বেগ প্রকাশ করেন। তিনি বলেন, ঘটনাক্রমে সে সময় Respiratory বিভাগের প্রধান তাঁর রুমের সামনে দিয়ে যাচ্ছিলেন, যিনি নিজেও এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়েছিলেন। ড. আই ফেন তাঁকে রিপোর্টটি দেখান। তিনি রিপোর্টটি দেখে ড. আই ফেনকে বলেন যে, তিনিও অত্যন্ত চিন্তিত।

ড. আই ফেন বলেন, তিনি হাসপাতাল কর্তৃপক্ষকে অবহিত করার পরপরই কপিটি বিভিন্ন বিভাগের ডাক্তার এবং সহকর্মী বন্ধুদের কাছে পাঠান। তিনি SARS Coronavirus বাক্যটি লাল কালিতে দাগ দিয়ে পাঠান। তাঁর অভিপ্রায় ছিল যেন সবাই যথাসময়ে যথাযথ উদ্যোগ নিতে পারেন। ঐদিনই সন্ধ্যায় রিপোর্টটি

সব জায়গায় ছড়িয়ে পড়ে। কারণ ড. ওয়েনলিয়াং রিপোর্টটি হসপিটালের Chatroom "WeChat" পোর্টালে পোস্ট করে দেন। ড. ফেন বলেন, তিনি সে সময় পর্যন্ত এ পোস্ট করার বিষয়টি জানতেন না। তিনি বলেন, রাত ১০:২০ মিনিটে শহর স্বাস্থ্য-প্রতিরক্ষা কমিটি We Chat পোর্টালে ড. আই ফেনকে একটা মেসেজ পাঠান। যার মূল বক্তব্য ছিল এখনও প্রায় পুরোপুরি অজানা বিষয়টি শুধু আশঙ্কার ওপর ভিত্তি করে মিডিয়াতে দেওয়া ঠিক হয়নি। যদি এ কারণে কোনো গণভীতির সৃষ্টি হয় তবে কর্তৃপক্ষ বিষয়টির পূর্ণ তদন্ত করবে।

ড. ফেন মেসেজটি পড়ে অত্যন্ত দুশ্চিন্তাগ্রস্ত হয়ে পড়েন এবং চিন্তা করতে থাকেন বোধহয় এ মুহূর্তে বা এভাবে মেসেজটি প্রকাশ করা ঠিক হয়নি। তিনি এ মেসেজটি সাথে সাথে সবার কাছে পাঠিয়ে দেন। তার বক্তব্য অনুযায়ী হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ এক ঘণ্টা পর আরেকটি নোটিশ পোস্ট করে এবং সেখানে নির্দেশ দেওয়া হয় এ মুহূর্তে এ বিষয়ের কোনো ডাটাই যেন কোনো অবস্থাতেই প্রকাশ করা না হয়। ড. ফেন বলেন, ১ জানুয়ারি (২০২০) হাসপাতাল শৃঙ্খলা তদন্ত কমিটি তাঁকে একটি মেসেজ পাঠান, পরের দিন অর্থাৎ ২ জানুয়ারি সকালে কমিটির কাছে হাজির হওয়ার জন্য। তিনি বলেন, দুশ্চিন্তা এবং আশঙ্কায় তিনি বিপর্যস্ত হয়ে পড়েন। তিনি তাঁর রাতের ডিউটি শেষ হওয়ার পর সকাল আটটায় কমিটির সামনে হাজির হন।

কমিটি তাঁর তীব্র সমালোচনা করে বলেন, এ মেসেজের কারণে নানা জায়গা থেকে অভিযোগ আসছে যে, হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ তাদের দায়িত্ব যথাযথভাবে পালন করছে না, তারা নানাদিকে অসংখ্য মিথ্যা গুজব ছড়াচ্ছে; যা সাধারণ জনগণের মধ্যে প্যানিকের সৃষ্টি করছে। জরুরি বিভাগের প্রধান হিসেবে তাঁকে আরও দায়িত্ববান হতে পরামর্শ দেয়া হয়। কর্তৃপক্ষ তাঁকে এবং অন্যান্য যে ডাক্তাররা এ মেসেজটি ছড়িয়েছেন, প্রত্যেককে প্রায় ২০০ কর্মচারীর কাছে ব্যক্তিগতভাবে যাওয়ার নির্দেশ দেন এবং তাদেরকে বোঝাতে এবং শান্ত করতে বলেন। তারা কোনো মিডিয়া ব্যবহার করতে পারবেন না বলেও জানিয়ে দেন। পরে জানুয়ারির ২০ তারিখে ড. জং নানশান (Zhong Nanshan) সরকারিভাবে SARS Coronavirus প্রাদুর্ভাবের কথা ঘোষণা করেন।

এখানে ড. নানশান (Figure: 3A) সম্পর্কে খুব সংক্ষেপে কিছু বলা দরকার। তাঁকে চিনের জনগণ চিনের ড. ফাউচি বলে সম্বোধন করে। তিনি একজন অসাধারণ প্রতিভাবান ডাক্তার। ড. নানশান চিন কমিউনিস্ট পার্টির একজন সক্রিয় সদস্য। যৌবনে তিনি (পঞ্চাশের দশকে) একজন প্রতিভাবান ক্রিড়াবিদ ছিলেন। বেইজিং মিউনিসিপ্যাল কর্তৃপক্ষ তাঁকে একজন সার্বক্ষণিক ক্রিড়াবিদ হিসেবে যোগদান করতে প্রস্তাব করেন। তিনি তা প্রত্যাখ্যান করেন। কারণ তাঁর জীবনের প্রধান লক্ষ্য ছিল একজন ডাক্তার হওয়ার। খেলাধুলার সুবাদেই তাঁর সাথে পরিচয় হয় লি সাওফেন (Li Shaofen)-এর সাথে। লি সাওফেন জাতীয় মহিলা বাস্কেটবল দলে ১৩ বছর খেলেছেন। পরবর্তীতে তাঁরা বিয়ে করেন। ড. নানশান বহু আন্তর্জাতিক সম্মানের অধিকারী। তিনি ইংল্যান্ড, অ্যামেরিকা, ইউরোপ এবং WHOসহ বিভিন্ন দেশ এবং প্রতিষ্ঠানের সাথে যুক্ত ছিলেন (Wikipedia, Zhong Nanshan, 2022)।

২০০৩ সালে যখন SARS ভাইরাসের প্রাদুর্ভাব ঘটে তখন ড. নানশান তা প্রতিরোধে সম্পূর্ণ দায়িত্ব ও নেতৃত্বের ভার গ্রহণ করেন। কিন্তু কয়েকদিনের মধ্যে তিনি নিজেও এ ভাইরাসে আক্রান্ত হয়ে পড়েন। তাঁর অসুস্থতার কথা ছড়িয়ে পড়লে সাধারণ মানুষের মধ্যে ভীতির সৃষ্টি হতে পারে এ আশঙ্কায় তিনি নিজের অসুস্থতাকে গোপন রেখে হাসপাতালের কোনো রকম সাহায্য না নেয়ার সিদ্ধান্ত নেন। তাঁর স্ত্রীর সেবাশুশ্রূষায়

তিনি ৮ দিনে সুস্থ হয়ে ওঠেন এবং সরকারিভাবে ঘোষণা দেন যে, এটি একটি নিরাময়যোগ্য অসুখ এবং একে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব। তাতে করে জনগণ আশ্বস্ত হয় এবং ভীতি অনেক কমে যায়। তাঁর অসাধারণ ব্যক্তিত্বের প্রতি চিনের জনগণের অসীম আস্থা ছিল।

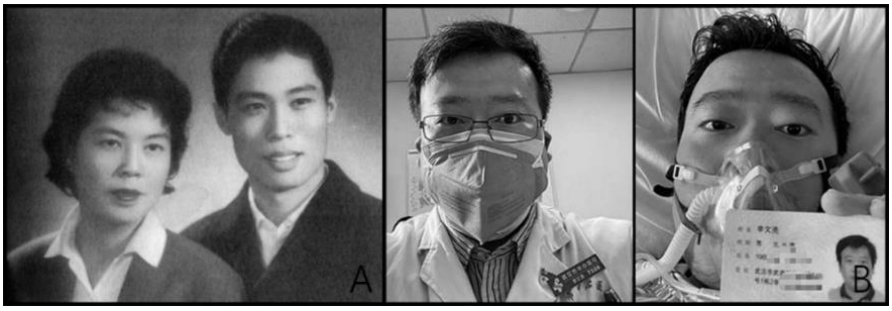


Figure 3: (**A**) Dr. Zhong Nanshan (with Li Shaofen), a Chinese pulmonologist who earned international fame for managing SARS outbreak and rebutting the officials downplaying the severity of the crisis (Credit: Wikipedia) (**B**) Dr. Li Wenliang, a 34-year-old doctor in Wuhan who was a whistle-blower and tried to warn other medics of the coronavirus outbreak but was reprimanded by the police. He died of the epidemic (Credit: The Week).

ড. নানশান অচেনা এ ভাইরাসের আবির্ভাবের কথা শুনে জানুয়ারির প্রথম দিকে উহান সফর করেন। স্থানীয় কর্তৃপক্ষ তাঁকে আশ্বস্ত করে যে, এ ভাইরাসকে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব এবং আক্রান্তদের সুস্থ করে তোলাও সম্ভব। ধারণা করা হয়, স্থানীয় কর্তৃপক্ষ তাঁকে প্রকৃত অবস্থার সঠিক বিবরণ দেয়নি। কিন্তু যখন এ সংক্রমণ অনেক বেড়ে যায়, তখন তিনি জানুয়ারির ২০ তারিখে প্রকৃত অবস্থাটি বোঝার জন্য পুনরায় উহান পরিদর্শন করেন। তিনি তাঁর ২০০৩-এর অভিজ্ঞতা থেকে এবং সব তথ্য উপাত্ত দেখে বুঝতে পারেন এ ভাইরাসটি SARS ভাইরাসের চেয়ে অনেক বেশি ছোঁয়াচে এবং মারাত্মক। তিনি চিনের কমিউনিস্ট পার্টিকে সাথে সাথে তা জানান এবং বলেন, উহানের স্থানীয় কর্তৃপক্ষ সম্ভবত এ ভাইরাসটির ভয়াবহতাকে এখনও উপলব্ধি করতে পারেনি। এবং চিন সরকার ওই দিনই তাঁর এ বক্তব্যকে সরকারিভাবে মিডিয়াতে ঘোষণা দেয়।

পরবর্তীতে যখন WHO ড. ইভান-এর নেতৃত্বে উহানের আক্রান্ত এলাকা পরিদর্শনে যায়, তখন চিনের পক্ষ থেকে ড. নানশান প্রতিনিধিত্ব করেন। এখানে ড. নানশান এ ভাইরাসের বৈশিষ্ট্য ও চরিত্র সম্পর্কে এবং তার প্রতিরোধ ও নিরাময়ের জন্য তাঁর বক্তব্য তুলে ধরেন। ড. নানশানের বক্তব্যকে তাঁরা সানন্দে গ্রহণ করেন এবং সারা বিশ্ব তাঁর এ প্রাথমিক ভিত্তিগত ধারণাকে সম্বল করে নানা ধরনের মডেল তৈরি করে। বস্তুত তাঁর ২০০৩ সালে যে বিশাল অভিজ্ঞতা হয়েছিল, তা এখানে সহায়ক শক্তি হিসেবে কাজ করেছিল।

ড. নানশানের এ ঘোষণার পর ড. ফেন তাঁর স্বামীকে সব ঘটনা খুলে বলেন। ড. ফেন তাঁর ইমারজেন্সি বিভাগের কর্মচারীদেরকে মাস্ক ও হ্যান্ডগ্ল্যাভস ব্যবহার করতে এবং মাথা আচ্ছাদিত রেখে কাজ করার নির্দেশ দেন। ড. ফেন-এর বক্তব্য অনুযায়ী, তখন পর্যন্ত হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ এ ভাইরাসটি যে ব্যক্তি থেকে ব্যক্তিতে সংক্রমিত হয় তা বিশ্বাস করতেন না। ড. ফেন বলেন, জানুয়ারির ৯ তারিখে একজন রোগীকে কাশতে দেখে তিনি সাথে সাথে নিয়ম করেন যে, প্রত্যেককে মাস্ক পরতে হবে অর্থাৎ রোগীকেও। এ সময় কয়েকজন ডাক্তার ভাইরাস-প্রতিরোধক বিশেষ ধরনের গাউনও ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তার কথা বলেন। কিন্তু

হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ তা ব্যবহারের অনুমতি দেননি। তখন ড. ফেন ডাক্তারদের শাদা গাউনের ভেতরে কোনো প্রতিরোধক কাপড় পরতে নিয়ম করেন।

ড. ফেন বলেন, জানুয়ারির তিন তারিখে নানজিং রোড হাসপাতালের সিনিয়র ডিরেক্টর ৪৩ বছর বয়সী ড. হু ওয়াইফেং (Dr. HU Weifang) অসুস্থ অবস্থায় জরুরি বিভাগে চিকিৎসা নিচ্ছিলেন। জানুয়ারির ১১ তারিখে জরুরি বিভাগের নার্স হু জিওউই (Hu Zwei) এ ভাইরাসে আক্রান্ত হন। তিনি ছিলেন এ হাসপাতালের কর্মচারীদের মধ্যে প্রথম রোগী। ড. ফেন সাথে সাথে মেডিকেল বিভাগের ডিরেক্টরকে খবরটি জানান এবং একটি জরুরি সভা আহ্বান করেন। এ সভাতেই কর্তৃপক্ষ ডাক্তারদেরকে তাঁদের রিপোর্টের একটি অংশের পরিবর্তন করার নির্দেশ দেন (Change the report of "Double Lung Infection, viral pneumonia" to "Scattered infection of both lungs")। এ সভাতেই কর্তৃপক্ষের আরেকজন বলেন, "Human-to-Human transmission is not possible; it can be prevented, treated and controlled।" ১৬ জানুয়ারি সাপ্তাহিক মিটিংয়ে আরেকজন ডেপুটি বলেছেন, "Everyone must have a little medical common sense, and certain senior doctors should not go about scaring people" এর পরদিন নানজিং রোড হাসপাতালের ডিরেক্টর Jiang Xuequing অসুস্থ হয়ে হাসপাতালে ভর্তি হন।

এ সময় হাসপাতালের বিভিন্ন বিভাগগুলির মধ্যে পারস্পরিক তথ্য বা অভিজ্ঞতা বিনিময় ব্যবস্থা কাজ করছিল না এবং কাজে কোনোরকম স্বচ্ছতা ছিল না। ড. ফেন বলেন, তবুও এ পরিস্থিতিতে জরুরি বিভাগ এবং শ্বাসপ্রশ্বাস বিভাগ তুলনামূলকভাবে কম বিপদে পড়ে। কারণ এ বিভাগদুটির কর্মচারীরা এ ভাইরাসটি সম্পর্কে অন্যান্য বিভাগের তুলনায় বেশি সচেতন ছিলেন এবং বিভিন্ন আবশ্যিক প্রতিরক্ষাগুলি নিচ্ছিলেন। হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ তখনও বলছিলেন, এ ভাইরাস মানুষ থেকে মানুষে ছড়াতে পারে না এবং ভুল তথ্যের জন্য কেউই প্রয়োজনীয় প্রতিরক্ষা ব্যবস্থা নিচ্ছিলেন না। সঙ্গত কারণেই অন্যান্য বিভাগে ডাক্তার বা অন্যান্য কর্মীরা এ ভাইরাসে আক্রান্ত হতে থাকেন। এ সময়টাতেই ড. লি ওয়েনলিয়াং আক্রান্ত হন। এখানে ড. ফেন বলেন, ড. ওয়েনলিয়াং-এর মৃত্যুর আগের দিন ICU বিভাগ থেকে একটা CPR Device চেয়ে পাঠান। ড. ফেন তাঁর অসুস্থতার কথা জানতেন না, তিনি বাক্যহারা হয়ে পড়েন। ড. ওয়েনলিয়াং একজন আক্রান্ত রোগীর চিকিৎসা করতে গিয়ে এ ভাইরাসে আক্রান্ত হন এবং ৭ ফেব্রুয়ারি মারা যান।

ড. ফেন বলেন, যা আমরা জেনেছিলাম তা যদি আমরা এ অসাধারণ প্রতিভাবান ডাক্তারদের জানাতে পারতাম তা হলে হয়ত তাঁদের এ ভাইরাসে প্রাণ দিতে হতো না। দুঃখজনকভাবে পরবর্তীতে কর্তৃপক্ষ উপলব্ধি করেন যে, ড. ওয়েনলিয়াংধারণা ঠিক ছিলেন। ড. ফেন বলেন, "I deeply mourn for all the medical practitioners passing away in the struggle against this emerging infectious disease, especially Dr. Li Wenliang, as one of the whistle-blowers dedicating his young life in the front line" (Green, 2020)। ড. ফেন এ সময়টায় ডাক্তার ও হাসপাতালকর্মীরা কী পরিমাণ অসহায় ছিলেন, কীভাবে এ কঠিন সময়ে যুদ্ধ করেছেন তার এক হৃদয়বিদারক বর্ণনা দেন।

ড. ফেন বলেন, এ সময় ICU বিভাগ কোনো রোগী নিত না, কারণ তাদের অন্য রোগী ছিল। সুতরাং তারা কোনোভাবে ওই জরুরি বিভাগেই অবস্থান করছিলেন। আক্রান্ত রোগীরা ঘণ্টার পর ঘণ্টা লাইনে দাঁড়িয়ে থাকতেন। কেউ কেউ ওই দাঁড়ানো অবস্থাতেই কলাপস করে মাটিতে পড়ে যেতেন। আতঙ্কে সাহায্যের জন্য

কেউ এগিয়ে আসত না। একজন রোগী গাড়িতেই মারা গিয়েছিল। কারণ তাকে গাড়ি থেকে নামিয়ে ডাক্তারের কাছে আনা তখন সম্ভব ছিল না।

হাসপাতালের আক্রান্ত কর্মীরা সুস্থ হলে তাদেরকে নিয়ে ড. ফেন একটি স্কোয়াড তৈরি করেন। এ সময়টায় ড. ফেন বাসায় না গিয়ে হাসপাতালেই দিন কাটাতে শুরু করেন। তাঁর নিজেরও অ্যাজমা ছিল। ফলে কাজের সময় তিনি স্প্রে নিয়ে কাজ করতেন। তিনি বলেন, সম্ভবত তিনি আক্রান্ত হননি এ স্প্রেটার কারণে। তাঁর বোন তাঁর দুই বাচ্চাকে দেখাশোনা করতেন। স্বামী এবং বাচ্চাদের সাথে তাঁর যোগাযোগ হতো কেবল ইন্টারনেটের মাধ্যমে (Green, 2020)।

Bloomberg ২০২১-এর জানুয়ারি মাসের একটি রিপোর্ট থেকে জানা যায়, ড. আই ফেন তাঁর চোখের ছানি অপারেশনের পর তার বাঁ চোখ প্রায় অন্ধ হয়ে পড়ে। ২০২০ সালের অক্টোবর মাসে তাঁর একটি চোখের রেটিনা ক্ষতিগ্রস্ত হয়। হাসপাতালের বিরুদ্ধে বিভিন্ন ধরনের চিকিৎসাগত অনিয়মের অভিযোগ ওঠে। তিনি চোখের অপারেশনের পর এতই অসুস্থ হয়ে পড়েন যে, চাকুরি থেকে অবসর নিতে বাধ্য হন।

এ পরিস্থিতিতে নিজের জীবনকে তুচ্ছ করে যাঁরা সামনে দাঁড়িয়ে যুদ্ধ করেছেন, ড. ফেন ছিলেন সামনে দাঁড়িয়ে যুদ্ধরত বাহিনীর অন্যতম প্রধান নেতা!

উপসংহার

চাইনিজ কর্তৃপক্ষ ২০২০ সালের ২৪ জানুয়ারি তাদের সরকারি রিপোর্ট The Lancet জার্নালে প্রকাশ করেন (Huang et al., 2020)। এ রিপোর্টটির ওপর অ্যামেরিকান বিজ্ঞানী ড. লুসি ড্যানিয়েল ধারাবাহিকভাবে অনলাইন সাক্ষাৎকারের মাধ্যম বিস্তারিত আলোচনা করেন। আর সে আলোচনাগুলির বক্তব্যের ওপর অ্যামেরিকান বিজ্ঞানী, ড. জন কোহেন একটি বিশ্লেষণমূলক প্রবন্ধ লেখেন (Cohen, 2020)।

The Lancet-এর এ রিপোর্ট অনুযায়ী, ২০১৯ সালের ডিসেম্বরের ১ তারিখে যে প্রথম রোগী হাসপাতালে ভর্তি হন, তার সাথে ওই সি-ফুড মার্কেটের কোনো সম্পর্ক ছিল না। তাঁদের ডাটা থেকে আরও দেখা যায়, এ ৪১ জন রোগীর মধ্যে ১৩ জনের ওই মার্কেটের সাথে কোনো যোগাযোগ ছিল না।

ড. ড্যানিয়েল বলেন, যদি এ ডাটাগুলি সত্য হয়, তবে আমরা এটা যৌক্তিকভাবেই চিন্তা করতে পারি যে, এ ভাইরাসের আবির্ভাব এর আগেই হয়েছিল। কারণ এ ভাইরাসের প্রবৃদ্ধির সময়সীমা ১৪ দিন পর্যন্ত হতে পারে এবং কোনোভাবে তা উহানের ওই মার্কেটে ঢুকে যায়। চাইনিজ স্বাস্থ্য বিভাগ এবং WHO থেকে বলা হয়, অধিকাংশ রোগীদের অসুস্থতার সাথে ওই মার্কেটের যোগাযোগ ছিল। মার্কেটটি জানুয়ারির ১ তারিখে বন্ধ করে দেয়া হয় (Cohen, 2020)।

ড. ড্যানিয়েল বলেন, এ ভাইরাস শনাক্ত হওয়ার পর প্রথমদিকে যেসব তথ্য উপাত্ত চাইনিজ কর্তৃপক্ষ প্রকাশ করেন, সেগুলির সত্যতা নানাভাবে প্রশ্নবিদ্ধ। জানুয়ারির ১১ তারিখে উহানের মিউনিসিপ্যাল কর্তৃপক্ষ প্রথম এ ভাইরাস আক্রান্তদের ওপর একটি রিপোর্ট প্রকাশ করেন, সেখানে ওই ৪১ জনকে আক্রান্ত হিসেবে উপস্থাপন করা হয় এবং এ সংখ্যা জানুয়ারির ১৮ তারিখ পর্যন্ত অপরিবর্তিত থাকে। কারণ এ সময়ের মধ্যে তারা আর কোনো আপডেট প্রকাশ করেননি।

ড. ড্যানিয়েল আরও বলেন, চাইনিজ কর্তৃপক্ষ তাদের The Lancet রিপোর্টে রোগীদের কেস-হিস্ট্রি বিস্তারিতভাবে উপস্থাপন করেননি। ড. ড্যানিয়েল মনে করেন যে, এ রোগের উদ্ভব উহানের মার্কেট থেকে হয়নি এবং তিনি পরোক্ষভাবে মন্তব্য করেন যে, ২০১৯ সালে অ্যামেরিকার একটি ভাইরাস ল্যাবরেটরিতে (Army Laboratory at Fort Detrick) যে বিপর্যয় ঘটে, যা পরবর্তীতে বন্ধ করে দেয়া হয়, সেখান থেকেও ভাইরাসটির উদ্ভব হতে পারে (Cohen, 2020; Huang et al., 2020)।

জন কোহেন তাঁর প্রবন্ধে বলেছেন, The Lancet রি পোর্টের প্রেক্ষাপটে আমরা করোনা ভাইরাসের উৎস সম্পর্কে তিনটি সম্ভাবনার কথা চিন্তা করতে পারি:

- কোনো ব্যক্তি উহানের ওই মার্কেটের বাইরে আক্রান্ত হয় এবং পরবর্তীতে ভাইরাসটি উহানে নিয়ে আসে;
- ওই মার্কেটে এ ভাইরাসটি সমষ্টিগতভাবে বিভিন্ন প্রজাতির প্রাণীর মাধ্যমে বিস্তারিত হয়েছে;
- ভাইরাসটি একটিমাত্র প্রাণী প্রজাতির মাধ্যমে বিস্তারিত হয়েছে (Cohen, 2020)।

ক্যালিফর্নিয়ার Scripps Research Institute-এর বিজ্ঞানী ক্রিস্টিয়ান অ্যান্ডারসন (Kristian Andersen) ২০২০ সালের ২৫ জানুয়ারি ভাইরোলজি রিসার্চ ওয়েবসাইটে "27 available genomes of 2019-nCoV" শিরোনামে একটি প্রবন্ধ প্রকাশ করেন। সেখানে তিনি বলেন, এ ভাইরাসগুলির একটা "Most recent common ancestor" অবশ্যই ছিল (Anderson, 2020)।

বাদুড় থেকে উদ্ভুত যেসব করোনা ভাইরাস মানুষে সংক্রামিত হওয়ার সম্ভাবনা আছে, তাদের নিয়ে গবেষণার জন্য যুক্তরাষ্ট্রের NIH (National Institute of Health) চিনের উহানের EcoHealth Alliance (Wuhan Institute of Virology)কে অনুদান প্রদান করেছিল (NIH, 2023)। অনেকের ধারণা, সে ল্যাব থেকেই SARS-CoV-2 ছড়িয়ে পড়ে, যা পরবর্তীতে প্যানডেমিকে রূপ নেয়। NIH থেকে আশ্বস্ত করা হয়েছে যে, ওই ল্যাবরেটরিতে গবেষণাকৃত ভাইরাসগুলির সাথে SARS-CoV-2 এর প্রচুর অমিল রয়েছে অর্থাৎ সেখান থেকে SARS-CoV-2 এর উৎপত্তি হয়নি (Kaiser, 2021)।

বিশেষ দ্রষ্টব্য: এ প্রবন্ধটির তথ্য ২০২২ সালে লেখকদের প্রকাশিত এবং স্বত্বসংরক্ষিত বই (SARS-CoV-2 ভাইরাসের উদ্ভব, সংক্রমণ ও বিকাশ) থেকে সংগৃহিত।

কৃতজ্ঞতা স্বীকার: লেখকবৃন্দ এ প্রবন্ধটি প্রুফরিড করে দেবার জন্য অধ্যাপক ড. নিলুফা আহসানকে গভীর কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছেন।

তথ্যসূত্র

Almeida, J. 2008. June Almeida (nee Hart). *Brit. Med. J.*, 336: (7659)-1511, https://doi.org/10.1136/bmj.a434.

Anderson, K. 2020. Clock and TMRCA based on 27 genomes. *Kristian Anderson Scripps Research.* https://virological.org/t/clock-and-tmrca-based-on-27-genomes/347

Bik, E. 2020. Dr. Ai Fen, 艾芬, The Wuhan Whistle. Sci. Integrity Digest, https://scienceintegritydigest.com/2020/03/11/dr-ai-fen-the-wuhan-whistle/

Brocklehurst, S. 2020. The woman who discovered the first corona virus. BBC News, https://www.bbc.com/news/uk-scotland-52278716

Cohen, J. 2020. Wuhan seafood market may not be source of novel virus spreading globally, Science Insider, https://www.science.org/content/article/wuhan-seafood-market-may-not-be-source-novel-virus-spreading-globally.

Cyranoski, D. 2020. Mystery Deepens Over Animal Source of Coronavirus. Nature, 579: 18-19, https://www.nature.com/articles/d41586-020-00548-w.

Doremalen, N.V., Morris, D.H., Holbrook, M.G., Gamble, A., Williamson, B.N., Tamin, A., et al. 2020. Aerosol and Sarface Stability of SARS-CoV-2 with SARS-CoV-1. N. Eng. J. Med., https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973.

Fabricant, J. 1998. The Early History of Infectious Bronchitis. Avian Diseases, 42: 648-650, https://www.jstor.org/stable/1592697?origin=crossref

Green, A. 2020. Li Wenliang. The Lancet, 395: (10225)-682, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30382-2.

Hijawi, B., Abdallat, M., Sayaydeh, A., Alqasrawi, S., Haddadin, A., Jaarour, N., Alsheikh, S., Alsanouri, T. 2013. Novel coronavirus infections in Jordan, April 2012: Epidemiological findings from a retrospective investigation. East. Met. Health J., 19: S12-S18, https://applications.emro.who.int/emhj/v19/Supp1/EMHJ_2013_19_Supp1_S12_S18.pdf

Hong Kong Press Releases. 2020. Preparedness and Response Plan for Nobel Infection disease of public Health Significance. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, https://www.chp.gov.hk/files/pdf/govt_preparedness_and_response_plan_for_novel_infectious_disease_of_public_health_significance_eng.pdf.

Huang, C, Wang, Y, Xingwang L, Ren, L, Zhao, J, Hu, Y., et al. 2020. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The Lancet, 395: 497-506, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5

Huang, C., Wang, T., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., et Al. 2020. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The Lancet, 395 (10223): 497-506, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5

Kaiser, J. 2021, NIH says grantee failed to report experiment in Wuhan that created a bat virus that made mice sicker. Science insider, https://www.science.org/content/article/nih-says-grantee-failed-report-experiment-wuhan-created-bat-virus-made-mice-sicker

Kuo, L. 2020. Coronavirus: Wuhan doctor speaks out against authority. The Guardian, https://www.theguardian.com/world/2020/mar/11/coronavirus-wuhan-doctor-ai-fen-speaks-out-against-authorities

Liu, T.W. 2021. A Year On, Wuhan Victims Are Still Scarred and Still Censored. FP News, https://foreignpolicy.com/2021/02/07/wuhan-coronavirus-covid-anniversary-interviews

NIH. 2023, SARS-CoV-2 and NIAID-supported Bat Coronavirus Research. National Institute of Health, https://www.niaid.nih.gov/diseases-conditions/coronavirus-bat-research.

The Straits Times. 2022. China's Covid-19 whistle-blower says the hospital left her nearly blind. The Straits Times, https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/chinas-covid-19-whistleblower-says-hospital-left-her-nearly-blind.

Wikimedia Commons. 2022. File: Zhong Nanshan and Li Shaofen in 1963. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zhong_Nanshan_and_Li_Shaofen_in_1963.jpg

Wikipedia. 2022. Spanish Flu. https://en.wikipedia.org/wiki/Spanish_flu

Wikipedia. 2022. Pandemic. https://en.wikipedia.org/wiki/Pandemic

Wikipedia. 2022. Pangolin. https://en.wikipedia.org/wiki/Pangolin

Fabricant, J. 1998. The Early History of Infectious Bronchitis. Avian Diseases, 42 (4): 648-650, https://www.jstor.org/stable/1592697?seq=1#metadata_info_tab_contents

Xu, J., Zhao, S., Teng, T., Abdalla, A.E., Zhu, W., Xie, L., Wang, Y., Guo, X. 2020. Systematic Comparison of Two Animal-to-Human Transmitted Human Coronaviruses: SARS-CoV-2 and SARS-CoV. Viruses, 12 (2): 244, https://doi.org/10.3390/v12020244.

Wikipedia. 2022. Coronavirus. https://en.wikipedia.org/wiki/Coronavirus

Wikipedia. 2022. Zhong Nanshan. https://en.wikipedia.org/wiki/Zhong_Nanshan

Zaki, A. M., Boheemen, S.V., Bestebroer, T.M., Asterhaus, A., D., M., E., Fouchier, R.A.M. 2012. Isolation of a Novel Coronavirus from a Man with Pneumonia in Saudi Arabia. N Eng J. Med., 367: 1814-1820, https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721.

Zaman, M. S., Sizemore, R.C. 2021. Diverse Manifestations of COVID-19: Some Suggested Mechanisms. Int. J. Environ. Res. Public Health, 18 (18): 9785, https://doi.org/10.3390/ijerph18189785).

Zhou, P., Yang, X., Wang, X., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., et al. 2020. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature, 579: 270-273, https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7.