

डिसेंबर २०२०-जानेवारी २०२१

शैक्षणिक

अंक १२७

# संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :  
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,  
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

मांडणी :  
प्रियदर्शिनी कर्वे  
मुखपृष्ठ मांडणी :  
अभय ढमढेरे

इ-पेमेंट करीता तपशील:  
Sandarbh Society  
Account No.: 20047006634  
Bank of Maharashtra,  
Mayur Colony, Pune  
IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक

संदर्भ  
अंक १२७  
डिसेंबर २०२०-जानेवारी २०२१

पालकनीती परिवारासाठी  
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक,  
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,  
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,  
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.  
फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com  
web-site : www.sandarbhsociety.org

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

## मुखपृष्ठाविषयी

मानवाने दुसऱ्या महायुद्धानंतर अंतराळविज्ञानात वेगाने प्रगती केली. त्याने चंद्रावर पाऊल ठेवल्यालाही पन्नास वर्षे होऊन गेली. अंतराळातील ग्रह-तान्यांचा अभ्यास करताना अनेकविध वस्तू अंतराळात नेल्या जातात आणि त्यांचा उपयोग संपल्यानंतर तेथेच सोडून दिल्या जातात. तसेच चंद्र, मंगळ अशा ग्रहांवर मानवाने आणि निरनिराळ्या अंतराळयानांनी त्यांच्या पाऊलखुणा उमटवल्या आहेत.

अंतराळातील अशा टाकाऊ वस्तूंचा आणि ठिकाणांचा अभ्यास अंतरिक्ष पुरातत्त्वशास्त्र या विद्याशाखेअंतर्गत केला जातो. या अंकाच्या मुखपृष्ठावर दिसत आहे उद्योगपती एलॉन मस्कने ६ फेब्रुवारी २०१८ रोजी अंतराळात पाठवलेल्या त्याच्या टेस्ला रोडस्टर या गाडीचे अंतराळात पाठवल्यानंतर घेतलेले छायाचित्र. गाडीत बसलेला स्पेसेक्स कंपनीचा डमी स्टारमॅन दिसतो आहे आणि पार्श्वभूमीवर पृथ्वी दिसते आहे. अंतराळात पाठवलेली ही गाडी आता फक्त एक टाकाऊ वस्तू झाली आहे आणि अंतरिक्ष पुरातत्त्वशास्त्राचा अभ्यासविषय बनली आहे.

मुखपृष्ठावरील या छायाचित्रामागील रंजक कथा वाचा पुरातत्त्व अंतरिक्षातले या डॉ. अनिल जोशी यांनी लिहिलेल्या लेखात.

❖ सर्व चित्रे इंटरनेट वरून साभार

<https://www.space.com/42847-greatest-spaceflight-stories-2018.html>

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२७ डिसेंबर २०२० – जानेवारी २०२१

● वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १२६.....०४

● नृत्यातील गणित – सुचेता चापेकर.....१०



पुस्तक परिचय : सुपरहिरोंचे भौतिकशास्त्र – जेम्स काकालिओस,

संक्षिप्त अनुवाद – नीलिमा सहस्रबुध्दे.....१९



पडद्यामागील तंत्रज्ञान – सब्यसाची चटर्जी,

अनुवाद – संजीवनी आफळे.....२७



मानवाचे आगमन, महा इतिहास भाग ०९ – प्रियदर्शिनी कर्वे.....३७

● पुरातत्त्व अंतरिक्षातले – डॉ. अनिल जोशी.....४३

● सातवा माणूस, भाग १ – हारुकी मुराकामी,

अनुवाद – यशश्री पुणेकर.....५०

● घोरासुराचे आख्यान – सौमित्र.....५९

● केशकथा – सुशील जोशी,

अनुवाद – गौरी गोळे-लिमये.....६९



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १२६

## लेख: सुपरहिरोंचे भौतिकशास्त्र

सुपरमॅनच्या उडीच्या उलट शक्तिमानच्या उडण्याचे असे काही स्पष्टीकरण देता येत नाहीये. शक्तिमान गोल फिरतो ती गती प्रतलीय आहे; हे प्रतल XY-प्रतल मानू. मात्र तो वर उडतो, म्हणजेच Z-अक्षाच्या दिशेने. त्याकरिता उडीही मारत नाही. तो सगळ्याच दिशांतील हालचालींकरिता आधी गोल फिरतो, नि त्या चक्रीय गतीचा कुठेही वापर होत नाही !

म्हणजेच त्याच्या (इतक्या वेगवान) चक्रीय गतीचा काहीही उपयोग होत नाही. इथे, तो गोल फिरतो हे गृहित आहे. ती गती तो कशी निर्माण करतो, हा प्रश्नही चक्रावणारा आहे. त्याच्याकडे अशी गती निर्माण करण्याइतके सामर्थ्य आहे, असे मानले तरी ती तो गतीच्या तिसऱ्या नियमानुसार निर्माण करणार. त्याकरिता पाय गोल फिरवावा लागणार. त्याच्या गतीचा विचार करता, पाय फिरवल्यावर भरपूरच माती उडायला हवी! शिवाय स्थिर पायामुळे खड्डापण तयार व्हायला हवा.

तर भौतिकशास्त्राचा कोणताच नियम शक्तिमानच्या चक्रीय गती वापरून होणाऱ्या हालचालींचे स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही असं दिसतंय. 😞 सॉरी शक्तिमान!

## रोहित होळकर

तुमचे निरीक्षण बरोबर आहे. शक्तिमान गोल फिरून ती ताकद वापरणार असेल, तर तो आडवा जाऊ शकतो - थाळीफेक किंवा गोळाफेक मधल्या थाळी किंवा गोळ्याप्रमाणे. गोल फिरून उभे वर जायचे असेल, तर वावटळीसारखे होईल, पण मग त्याला पूर्ण वर जाईपर्यंत गोल फिरत राहिले पाहिजे.

त्याचे वजन उचलून भिरभिरत वर जाण्यासाठी त्याला किती वेगाने फिरव्या घ्याव्या लागतील, ह्याचे गणित मांडता येऊ शकते.

### संपादक

अशा प्रकारचा अभ्यास केलेला असणारेय. गोल फिरणाऱ्या वस्तूचा आकार (shape अशा अर्थाने. मराठीमध्ये shape आणि size करिता आकार हाच शब्द आहे असे दिसते. दोन वेगवेगळे प्रतिशब्द सुचवता येतील का?) कसा आहे ह्यावर तिची गती कशी असेल हे ठरते. चक्रीय हालचाल होताना योग्य रचना असल्यास वस्तूला उर्ध्व किंवा अधो गती प्राप्त होऊ शकते. हेलीकॉप्टर किंवा ड्रोन मध्ये ह्याच तत्त्वाचा वापर केलेला असतो. पूर्वी हाताने धरून गोल फिरवून उडवायचा प्लास्टीकचा पंखा खेळणं म्हणून मिळायचा. त्याच्या पंख्याचा उभा काप (horizontal section) / असायचा. त्यामुळे आडवा फिरवला तरी पंखा वर जाई. पण त्याच पंख्याच्या पात्यांची रचना उलटी केली की फिरवल्यावर तो खाली दबे. पाती (किंवा वस्तू) फिरताना हवेला कशाप्रकारे दाबतात त्यावर ते अवलंबून असते. स्कूमध्येसुद्धा हेच तत्त्व वापरतात. त्यामुळे गोल फिरला तरी शक्तिमानला हात किंवा खांद्यांची योग्य ठेवण असणे गरजेचे आहे. तो तसे करताना दिसत नाही.

### रोहित होळकर

†††

## लेख: भारतीय राण्या आणि जगातील पहिली लस

Unique and very very rare information.

दिलीप भगवानराव सावरकर.

†††

वरील अंक वाचला व लशीवरचा लेख खूप आवडला. खूपच वेगळी माहिती तुम्ही सादर केली आहे व ती खूप छान आहे.

रेखा जोशी

†††

This is very interesting information. I liked it.

In this way you should regenerate awareness in people, EFFORTS taken by AUTHORITY, create interest in the next curious generation & respect also.

हेमलता अष्टेकर

†††

लेख: मार्गदर्शक आकडेवारी

एक चांगला लेख. बरेच गैरसमज दूर करणारा आणि सध्याच्या परिस्थितीकडे डोळसपणे पाहण्याची जाण निर्माण करणारा लेख.

सुप्रिया कराडकर

†††

लेख: दिसतं तसं नसतं

खूपच इंटरेस्टिंग माहिती आहे. प्राणवायूच्या निर्मितीविषयीचा समज खोटा ठरवणारी. नेहमीप्रमाणे शाळेत पाठवते व काही शिक्षकांनाही !

विद्या पटवर्धन

†††

## लेख: सात मिनिटे !

नमस्कार. प्रियदर्शिनी कर्वे यांचा लेख आवडला. युकाटान विवर दक्षिण अमेरिकेच्या कोणत्या भागात येतं व तिथे फोटोत दाखवल्याप्रमाणे खुणा आताही दिसतात का.. कळवावे.

### रेखा जोशी

युकाटान हा मेक्सिको देशातला एक प्रांत आहे. हा सागरी किनारपट्टीचा भाग आहे, आणि आघाताचे विवर हे जमीन व पाण्याखाली गाडले गेले आहे. लोणार सरोवराप्रमाणे ते स्पष्ट दिसणारे विवर नाही. तसेच हे विवर प्रचंड मोठे असल्यानेही, आपण तिथे उभे राहिलो तर लक्षात येत नाही. पण उपग्रहाद्वारे अवकाशातून घेतलेल्या छायाचित्रांमध्ये त्याच्या खुणा दिसतात. या विवराची छायाचित्रे व इतर माहितीसाठी [https://en.wikipedia.org/wiki/Chicxulub\\_crater](https://en.wikipedia.org/wiki/Chicxulub_crater)

### संपादक

†††

तुमचा लेख वाचून मनात काही प्रश्न निर्माण झाले.

१. आकाशातून कोणती वस्तू खाली आली?
२. शालेय पुस्तकात पृथ्वी निर्मिती बदल फार वेगळी माहिती आहे.
३. मीडिया व ग्रंथांमध्ये अजून वेगळे सांगितलं आहे.

### ललित पातावणे

१. आकाशातून कोणती वस्तू खाली आली?

पृथ्वीवर अंतराळातून येऊन आदळलेली वस्तू ही धूमकेतू होती का अशनी म्हणजे उल्का होती याबद्दल नक्की माहीत नाही. अंतराळात अनेक मोठ्या तुकडेवजा वस्तू भिरभिरत असतात. पृथ्वीच्या

निर्मितीच्या सुरुवातीच्या काळात तिच्या मार्गात येणाऱ्या अशा वस्तूशी तिच्या अनेकदा टकरा झाल्या आहेत. आता तिच्या मार्गात सहसा काही उरलेले नाही, म्हणून टकरा होत नाहीत, पण अनेकदा आपल्या जवळून एखादा असा तुकडा निघून गेला, अशा बातम्या आपण वाचतो. डायनॉसोअर नष्ट करणारी ही टक्कर हा एक दुर्मिळ योगायोग होता. भविष्यातही असे काही घडू शकते. पण शक्यता खूप कमी आहे.

२. शालेय पुस्तकात पृथ्वी निर्मिती बदल फार वेगळी माहिती आहे.

आपण ही लेखमाला पहिल्यापासून वाचावी. [sandarbhsociety.org](http://sandarbhsociety.org) या वेबसाइटवर आधीचे अंक पहाता येतील. हा लेख डायनॉसोअर नष्ट होऊन सस्तन प्राण्यांची उत्क्रांती कशी झाली याबद्दल आहे. पृथ्वी ग्रहाचा जन्म कसा झाला हे आधीच्या लेखांमधून आपल्याला कळेल.

३. मीडिया व ग्रंथांमध्ये अजून वेगळे सांगितलं आहे.

तुम्ही काही नेमके उल्लेख कळवले, तर त्यावर काही उत्तर देता येईल. हल्ली विविध विषयांवर इतकी खोटी व अवैज्ञानिक माहिती माध्यमांमधून पसरत असते, की तुमच्या वाचनात नेमके काय आले आहे, हे कळवलेत तर त्याबद्दल बोलता येईल.

संपादक

†††

**लेख: पाळीव प्राणी आणि पर्यावरण**

धन्यवाद! मानववंशशास्त्रीय माहिती आपण सुलभ भाषेत देत आहात. हा सगळा इतिहास इतका रोचक आहे - त्यातून मानव प्राण्याची संस्कृतिक उत्क्रांती समजते. डार्विनने मांडलेल्या उत्क्रांतीचे वर्णन ढोबळमानाने सव्हायवल ऑफ द फिट्टेस्ट असे केले जाते. माणसाच्या संस्कृतिक उत्क्रांतीचे वर्णन सव्हायवल ऑफ द वीकेस्ट असे केले जाते. उदा. अन्न शिजवायला सुरुवात झाली तेव्हा दात बळकट नसलेले प्राणीही जिवंत राहू लागले.



मुलांसाठी असा अभ्यासक्रम तयार होण्यासाठी शैक्षणिक संदर्भातले लेखन उपयोगी पडू शकेल. मी शाळेतल्या ताईंना ह्याविषयी सांगते.

विद्या पटवर्धन

†††

**लेख: आत्याबाईला मिशा असत्या तर ....**

Interesting! दाढी मिशा निर्माण करणारे संप्रेरक मात्र डोक्यावर केस न उगवण्याला, म्हणजेच टक्कल निर्माण होण्याला कारणीभूत हे वाचून मात्र खूपच आश्चर्य वाटलं.

नेहमीप्रमाणे शाळेला पाठवते; आठवी/नववीतल्या मुलांना पाठवायला छान आहे.

विद्या पटवर्धन

†††

The book is full of knowledge. Thanks for sharing. We liked it. The second chapter is more interesting about vaccination.

**Prathamesh (12 years) & Mrs. Ashtekar**

†††

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकात प्रसिध्द झालेल्या लेखमाला, एकाच विषयावरील लेख, एका लेखकांचे लेख, अशा स्वरूपाची संकलने आता आम्ही इ-पुस्तक स्वरूपात उपलब्ध करून देत आहोत. वेबसाइटवर सध्या पुढील तीन इ-पुस्तके उपलब्ध आहेत. जरूर पहा, इतरांपर्यंतही पोहचवा. आपला अभिप्राय व सूचना आम्हाला इमेलने कळवा.

जल-थल-मल पुस्तकातील निवडक प्रकरणे <https://www.sandarbhociety.org/pdf/Jal-Thal-Mal%20.pdf>

डॉ आनंद कर्वे यांच्या लेखांचे संकलन <https://www.sandarbhociety.org/pdf/vaidnyanik-mushafiri.pdf>

द्विजगण अवघे लेखमाला <https://www.sandarbhociety.org/pdf/Dvijaga%E1%B9%87a-e-book.pdf>

# नृत्यातील गणित

लेखक: सुचेता चापेकर



कलेची आंतरिक उर्मी मानवाच्या उत्क्रांतीस कारणीभूत आहे. मानवाने निसर्गातूनच कलेची प्रेरणा घेतली. अमूर्ताला मूर्त रूप देण्यासाठी वेगवेगळ्या कला, शास्त्रे बुद्धिमान मानवाने निर्माण केली. निसर्गातून जशी कला निर्माण झाली तसेच गणित, विज्ञान निर्माण झाले, किंबहुना ते होतेच त्याचा शोध प्रगल्भ मानवी बुद्धीने लावला आणि त्याची मानवी दृष्टिकोनातून बांधणी केली. नैसर्गिक कलेला शास्त्राचे नियम आणि तंत्राची चौकट मिळाली आणि ती शास्त्रीय कला झाली.

प्रत्येकाचं व्यक्त होण्याचं एक माध्यम असतं. माझ्यासाठी माझं नृत्य हे माध्यम आहे. भरतनाट्यम या पुरातन शैलीची मी पाईक आहे. नृत्य हा शारीरिक व्यायाम आहे, मानसिक

शांतता, आनंद आहे, वैचारिक भावना आहे. बुद्धिमत्तेचे जे नऊ प्रकार मानसशास्त्रात सांगितले आहेत ते सर्व नऊ प्रकार नृत्य या एका प्रकारात समाविष्ट होतात; हे अभिमानाने सांगता येईल (चौकट १ पहा). कारण नृत्य म्हटलं की गणित येतं, शब्द येतात, भाषा येते, संगीत येतं, अवकाश, रंग, रेषा म्हणजेच चित्रकला येते, शिल्पकला येते, स्व-भान येते, इतरांशी संवाद साधण्याची कला आपोआपच अवगत होते. अशा अनेक गोष्टी 'नृत्य' प्रकारात समाविष्ट होत असतील तर नृत्य ही केवढी मोठी कला आहे याचा आपण नक्कीच विचार करू शकतो.

नृत्य हा रंगमंचावर साकार होणारा एक आकृतीबंध असतो. अर्थातच त्याला मिती असते. परिमाण असतं आणि हे सगळं जेव्हा सुयोग्य प्रमाणात असतं तेव्हाच ते नृत्य सुंदर होतं. रंगमंचीय अवकाशाच्या लांबी, रुंदी आणि क्षमतांचा नृत्य करताना विचार केला जातो. मिती, प्रमाण, परिमाण या सगळ्या संज्ञा, संकल्पना गणित आणि विज्ञानात आपण वापरतो. तसंच नृत्यातही त्यांचा समावेश आहेच.

---

---

### चौकट १ बुद्धिमत्तेचे प्रकार

**१. गणिती-तार्किक :** गणितं सोडवणं आणि कुठच्याही विषयाचा तार्किक दृष्टिकोनातून विचार करणं हे गणिती-तार्किक बुद्धिमत्तेत येतं. अमूर्त संकल्पना हाताळणं, एखाद्या घटनेचा, विषयाचा अनेक अंगांनी विचार करणं, कार्यकारणभाव ओळखणं, संकल्पना-घटना यांमधले परस्परसंबंध शोधणं या गोष्टीही या प्रकारच्या बुद्धिमत्तेच्या कक्षेत येतात.

**२. भाषिक :** भाषिक बुद्धिमत्ता म्हणजे भाषा, शब्द वापरण्याची क्षमता व आवड. वाचनावर प्रेम, शब्दांच्या वेगवेगळ्या छटांची जाण, व्याकरणाची मूलभूत जाण ही भाषिक बुद्धिमत्ता असलेल्यांकडे

असते. भाषेचा अभ्यास, कविता-कथांमध्ये गुंगून जाण्याची क्षमता, शब्दकोड्यांची आवड, गोष्टीवेल्हाळपणा हे गुण लहानपणापासून दिसतात.

**३. अवकाश-कालात्म :** त्रिमितीय विश्वात नक्की कुठला बिंदू कुठे आहे आणि काळाच्या प्रवाहात ते कसे वाहतात याची मनातल्या मनात ज्यांना उत्तम कल्पना करता येते त्यांच्याकडे अवकाश-कालात्म बुद्धिमत्ता आहे असं म्हणता येतं. भूमिती, चित्रकला, शिल्पकला, स्थापत्यकला यांसाठी बुद्धिमत्तेचं हे अंग आवश्यक असतं.

**४. सांगीतिक :** संगीताच्या सर्व पैलूंचं ज्ञान आणि त्यांबद्दलचं आकर्षण ही सांगीतिक बुद्धिमत्तेची देणगी आहे. स्वर ओळखणं, सुरात गाता येणं, एखाद्या वाद्यावर लीलया हुकूमत मिळवणं, लयीची उत्तम जाण असणं ही लक्षणं.

**५. शारीरिक :** स्वतःच्या शरीरावर, हालचालींवर उत्तम ताबा असणं म्हणजे शारीरिक बुद्धिमत्ता असणं. खेळाडू, नर्तक, अभिनेते आणि अॅथलिट बनण्यासाठी ही आवश्यक असते. काही लोकांच्या साध्या हालचालीही अत्यंत सहजसुंदर आणि डौलदार असतात. नाच करण्याची आवड, खेळांची आवड आणि त्यात प्रावीण्य या शारीरिक बुद्धिमत्तेच्या खुणा.

**६. नैसर्गिक :** झाडं-पानं-फुलं, आकाश-पाणी-माती, पक्षी-प्राणी-कीटक यांसारख्यांचं आकर्षण, त्यांच्याशी नातं जोडण्याची क्षमता ही नैसर्गिक बुद्धिमत्तेतून येते. मुलांमध्ये कीटक, फुलं-पानं गोळा करण्याची आवड दिसते ती यामुळेच. जीवशास्त्रज्ञ, पक्षीनिरीक्षक, निसर्गप्रेमी यांना नैसर्गिक बुद्धिमत्ता आवश्यक ठरते.

**७. भावनिक-बाह्य :** समाजात वावरताना इतर व्यक्तींशी जुळवून घेणं, त्यांच्याशी मैत्री करणं, त्यांच्या भावनांबाबत सहानुभूती बाळगणं ही कला भावनिक-बाह्य प्रकारच्या बुद्धिमत्तेमुळे येते. लोकसंग्रह करणं, दीर्घकालीन नाती निर्माण करणं, टीममध्ये काम करणं यासारखी 'सॉफ्ट स्किल्स' भावनिक-बाह्य प्रकारची बुद्धिमत्ता वृद्धिंगत केल्याशिवाय जमत नाहीत.

**८. भावनिक-अंतर्गत :** स्वतःच्या भावना, विचारप्रक्रिया, क्षमता आणि मर्यादांची योग्य जाण असणं आणि त्याहीपलीकडे आयुष्याचा मार्ग आखण्यासाठी त्यांचा वापर करता येणं हे भावनिक-अंतर्गत बुद्धिमत्तेमुळे जमतं.

**९. अस्तित्वनिष्ठ :** आपल्या मानवी अस्तित्वाबद्दल खोलात जाऊन विचार करण्याची क्षमता.

ही अत्यंत थोडक्यात केलेली मांडणी आहे. हे नऊ कप्पे एकमेकांपासून पूर्णपणे विभक्त आहेत असंही नाही. उदा. गणिताच्या क्षेत्रात पुढे जायचं असेल तर गणितीय-तार्किक स्वरूपाची बुद्धिमत्ता लागतेच, पण अवकाश-कालात्म आणि भाषिक बुद्धिमत्ताही लागते.

आजच्या शालेय शिक्षण पध्दतीत पहिल्या तीनवर - गणित, भाषा, विज्ञान - शाळा मोठ्या प्रमाणावर भर देते. खेळ, चित्रकला, संगीत हे विषय कमी महत्त्वाचे असतात आणि शेवटच्या तीनवर अगदीच कमी भर असतो. पण प्रत्यक्ष जीवनात मनातली अंतर्गत शांती, इतरांशी मैत्री करण्याची क्षमता हे गुण अनेक वेळा तुम्ही काय शिकला आहात यापेक्षा महत्त्वाचे ठरतात.

---

नृत्य कलेत गणिताचा उपयोग तर पदोपदी होतो. टाळ्यांच्या तालावर होणारे नृत्य म्हणजे अंकांची ओळख होय. नृत्याचा प्राण असतो ताल! ताल हे कालमापनाचं सांगीतिक चक्र आहे. ताल मोजताना, त्याची गती, लय वाढवताना, कमी करताना गणितच करावे लागते. कर्नाटक संगीत पद्धतीमध्ये तर अतिशय शास्त्रशुद्ध पद्धतीने तालाचं गणित मांडलेलं आहे. कर्नाटक ताल पद्धती मध्ये सात मुख्य ताल शास्त्रकारांनी सांगितले आहेत. आणि तालाच्या मात्रासंख्येनुसार पाच जाती आहेत. प्रत्येक तालाची पाच जातीनुसार वेगळी मात्रा संख्या होऊन जातीभेदातून नवीन ताल निर्माण होतो. म्हणजे मूळ सात ताल आणि प्रत्येकाच्या पाच जाती असे ३५ ताल निर्माण होतात. जातीभेदात मात्रा संख्या बदलते.

- तिश्र जाती - ३ मात्रा – त कि ट
- चतुश्र जाती - ४ मात्रा – त क दि मी
- खंड जाती - ५ मात्रा – त क I त कि ट
- मिश्र जाती – ७ मात्रा – त कि ट I त क दि मी
- संकीर्ण जाती – ९ मात्रा – त क दि मी I त क I त कि ट

प्रत्येक मात्रेमध्ये विशिष्ट अक्षर संख्या असते. ही अक्षर संख्या बदलली की गतीभेद निर्माण होतो. पाच जातीनुसार गतीभेदाने ३५ तालांपासून १७५ ताल निर्माण झाले. गतीभेदात मात्रासंख्या तीच राहते पण अक्षर संख्या बदलते. काही ताल ठेक्याने दर्शवले जातात त्यांना 'चापू' असे म्हणतात. खंड, मिश्र आणि संकीर्ण जातीचे ताल चापू मधून दाखवतात. म्हणून १७५ आणि हे तीन असे १७८ ताल कर्नाटक पद्धतीत वापरतात. या विविध तालांमध्ये निबद्ध रचना कर्नाटक संगीतात गायल्या आणि नाचल्या जातात.

समजा चतुश्र जाती तालामध्ये तिश्र जातीमधल्या गाण्यावर नृत्य करायचे आहे तर किती आवर्तनानंतर दोन्ही गोष्टी एकत्र येतील हे बघताना आम्हाला चतुश्र (४ मात्रा) आणि तिश्र (३ मात्रा) यांचा लसावि काढावा लागतो. तो आहे १२. आणि त्यानुसार नृत्याच्या रचनेत आवर्तने ठरवली जातात. तालाचे विभाग करताना विभाज्यतेच्या कसोट्या लक्षात घ्याव्या लागतात.

तसेच प्रत्येक रचना तालाच्या वेगवेगळ्या लयीत नाचली जाते. विलंबित लय असेल तर त्याच्या दुप्पट मध्य लय असते आणि मध्य लयीच्या दुप्पट द्रुत लय असते. म्हणजेच एका आवर्तनात विलंबित लयीत तालाचे बोल एकदाच येतात तर मध्य लयीत ते एका आवर्तनात दोनदा आणि द्रुत लयीत ते चार वेळा येतात. उदा. त क दि मी

मात्रा	१	२	३	४
विलंबित लय	त	क	दि	मी
मध्य लय	तक	दिमी	तक	दिमी
द्रुत लय	तकदिमी	तकदिमी	तकदिमी	तकदिमी

गणित आपल्याला आयुष्यभर उपयोगी ठरणारा विषय आहे, तसाच तो नृत्यातही उपयुक्त आहे. तालाशी खेळ करताना, लय बदलताना गणित शिकलेलं असेल तर चटकन लक्षात येतं. जातीभेद आणि गतीभेद करताना आम्ही लसावि, मसाविचा उपयोग नकळत करत असतो. विभाज्यतेच्या कसोट्या वापरत असतो. त्यामुळे जर गणित चांगलं समजत असेल तर त्याचा नृत्याच्या आकलनात नक्कीच फायदा होतो.

नृत्याचा अंकांशी जवळचा संबंध आहे. नृत्य हा खेळ असून तो गणिताच्या सहाय्याने खेळावा लागतो. नृत्यात आकृतिबंध, सममिती, संख्यारेषा, छेदणाच्या रेषा, संख्यांचे प्रकार



जसे मूळ, संयुक्त, सम, विषम संख्या दिसून येतात. तसेच सांघिक रचना सादर करताना विविध प्रकार, आयाम दाखवले जातात. त्यासाठी भूमितीची जाण असणे आवश्यक आहे. नृत्यातून बिंदू-बिंदूना जोडून रेषा तयार

होते. आडवी, उभी, तिरकी रेषा असे भौमितिक आकार असतात. योग्य कोनातून आयत, चौरस आकार दिसतात. त्याशिवाय नृत्य सादर करताना द्विमिती, त्रिमिती देखील दिसते. रचनेतील भौमितिक जाण असेल तर सांघिक रचना करताना त्या आकृतीबंधाची परिमाणे लक्षात घेऊन संरचना केली जाते. उदाहरणार्थ, काही वेळा चौरसाकृतीवर तर काही वेळेला चौकोन आणि त्याच्या कर्णावर नर्तकांना नृत्यासाठी उभं करून रचनेत वैविध्य आणता येतं. त्रिकोणाकृती करताना मूळ संख्या माहिती असतील तर फायदा होतो.

गणित अमूर्त आहे. ते नृत्यातून मूर्त होऊ शकते. नृत्य कलात्मकतेने ओतप्रोत भरलेलं आहे तर गणितातही काही संकल्पना अतिशय कलात्मक आहेत. उदा.फिबोनासी अंक. या अतिशय सुंदर नैसर्गिक गणिताचा सांघिक नृत्याची संरचना करताना उत्तम उपयोग होतो. गोलाकार फॉर्मेशन असेल तेव्हा समोरून प्रत्येक नर्तक दिसण्यासाठी फिबोनासी क्रमाने नर्तकांना उभे केले जाते (चौकट २ पहा).

---

---

### चौकट २ फिबोनासी अंक मालिका

फिबोनासी मालिका ही पायथागोरसच्या प्रमेयाइतकीच जगप्रसिद्ध गणिती कृती आहे. यात १, १, २, ३, ५, ८, १३, २१, ३४, ५५, ८९, १४४....अशा संख्या आहेत.

यात पुढची संख्या आधीच्या दोन संख्यांची बेरीज आहे. ही मालिका आपल्याला निसर्गात ठिकठिकाणी दिसते. वनस्पतींना फुटणारे धुमारे, फुलांच्या पाकळ्या, अननसाची पाने आणि अननसावरचे खवले यांची संख्या फिबोनासी मालिकेप्रमाणेच असते. सूर्यफुलाच्या पाकळ्या, फुलकोबी वा फ्लॉवरमधील गुच्छ यांची वक्राकार पट्टी ८, १३, २१ अशा फिबोनासी क्रमानेच पुढे जाते.



फिबोनासी अंक मालिकेविषयीचे लेख शैक्षणिक संदर्भच्या २६ व्या आणि ५७ व्या अंकात आहेत. [www.sandarbhociety.org](http://www.sandarbhociety.org) या वेबसाइटवर हे दोन्ही अंक पहाता येतील.

---

---

गणित पायरीपायरीने सोडवले जाते. नृत्यात जरी उस्फूर्तता असली तरी ते बांधीव असते. त्याच्या ठरलेल्या तालात लयीत ते केले जाते आणि त्यानुसार तेही पायरीपायरीने खुलत



जाते. त्यामुळे नृत्य आणि गणित दोन्ही अवगत असलेल्या व्यक्तीच्या सादरीकरणात नक्कीच फरक पडतो.

नृत्य हे मनोरंजनाबरोबरच ज्ञानदायी पण आहे. आम्ही पंचमहाभूतांवर एक रचना सादर करतो तेव्हा या निसर्गाची अथांगता, भव्यता तर दिसतेच पण त्याचबरोबर आजच्या काळात ही पंचमहाभूते नैसर्गिक उर्जास्रोत आहेत म्हणून ती जतन केली पाहिजेत असा संदेश त्यातून मिळतो. लीलावती या गणितावरच्या सुप्रसिद्ध ग्रंथावर आधारित एक नृत्यनाट्य सुप्रसिद्ध नर्तकी झेलम परांजपे यांनी ओडिसी शैलीत सादर केलं होतं. नृत्याच्या आस्वादकांसाठी ती पर्वणी होतीच पण गणिताच्या अभ्यासकांनाही रंजकतेने गणित जाणून घेता आले.



नृत्याप्रमाणेच इतर कलांमध्येही गणित उपयोगी आहे. कलेच्या सौंदर्यशास्त्रात समरूपता, प्रमाणबद्धता, समतोल, सुसूत्रता, एकसंधता आणि सममितीचा उपयोग केलेला असतो आणि या सगळ्या गणिती संकल्पना आहेत. म्हणूनच गणित कलेसाठी अतिशय उपयुक्त आहे. मुलांना लहान वयातच नृत्याची आणि गणिताची अशी एकत्र गोडी लावली तर त्यांचा विकास चांगल्या तऱ्हेने होऊ शकेल. हल्ली अनेक शाळांमध्ये नृत्य, गायन, वादन

या कलांना विशेष महत्त्व दिल्याचे पाहायला मिळते. अनेक शाळांमध्ये तर नृत्य हा बंधनकारक विषय असतो. ही खूपच चांगली गोष्ट आहे कारण 'नृत्य' या विषयामध्ये प्रचंड ताकद आहे. संगीत, अवकाश, रेषा, रंग या सगळ्यांचे भान नृत्य करताना ठेवावे लागते. नृत्यामुळे बुद्धी ही सर्वार्थाने विकसित होते. म्हणूनच शालेय शिक्षणात नृत्य शिक्षणाला महत्त्वाचे स्थान देणे आवश्यक आहे.

§§§

लेखक : डॉ. सुचेता चापेकर, आंतरराष्ट्रीय ख्यातीच्या भरतनाट्यम नृत्यांगना, गुरु, ललित कला केंद्र पुणे इथे अध्यापन.

इ-मेल : [suchetachapekar@hotmail.com](mailto:suchetachapekar@hotmail.com)

(कळीचे शब्द: गणित, नृत्य, भरतनाट्यम, ताल, गती, लय, फिबोनासी मालिका,  
बुद्धिमत्तांचे प्रकार)

## अभिनंदन

सोलापूर जिल्ह्यातील जिल्हा परिषद शाळा शिक्षक श्री. रणजितसिंह डिसले यांना जागतिक प्रतिष्ठेचा ग्लोबल टीचर अवार्ड हा सन्मान जाहीर झाला आहे. दरवर्षी जगभरातील हजारो प्रयोगशील शिक्षकांची या पुरस्कारासाठी नामांकने होतात. त्यातून एका शिक्षकाला हा पुरस्कार मिळतो. भारतातील शिक्षकाला हा पुरस्कार यंदा प्रथमच मिळालेला आहे. डिसले सरांनी केलेले काम, व त्यांच्या पुढील योजनांबद्दल जाणून घेण्यासाठी पुरस्कार प्राप्तीनंतरचा त्यांचा हा पहिला वहिला इंटरव्ह्यू जरूर पहा.

<https://www.youtube.com/watch?v=GT2FNpRBCx0>

# सुपरहिरोंचे भौतिकशास्त्र

## सुपरमॅनचा जन्मग्रह आणि गुरुत्वाकर्षणाचा नियम

लेखक: जेम्स काकालिओस संक्षिप्त अनुवाद: नीलिमा सहस्रबुद्धे

सुपरहिरो कॉमिक्समधील पात्रे, घटना, इ.चा संदर्भ घेऊन भौतिकशास्त्रातील संकल्पना मनोरंजक पध्दतीने समजावून देणाऱ्या फिजिक्स ऑफ सुपरहिरोज या पुस्तकातील काही भाग आपण मागच्या अंकात वाचला असेलच. त्याच पुस्तकातील हा आणखी एक भाग.



सुपरमॅन जेव्हा एका दमात २०० मीटर उडी मारू शकतो, तेव्हा त्याची शक्ती पृथ्वीवरच्या माणसापेक्षा कैक पट जास्त असावी लागेल, शरीररचनाच वेगळी असावी लागेल. यावरून तो जिथे जन्माला आला, तिथे पृथ्वीच्या १५ पट गुरुत्वाकर्षण असणार, हे आपण गेल्या वेळी पाहिले. आता हे १५ पट गुरुत्वाकर्षण असणारा ग्रह तयार कसा झाला असेल, हा प्रश्न येतो. त्याच्या उत्तरासाठी पुन्हा आपल्याला न्यूटनकडे जावे लागेल.

गुरुत्वाकर्षणामुळे कोणत्याही दोन वस्तू एकमेकांना किती जोराने खेचतील, याबद्दल न्यूटनने असे समीकरण मांडले आहे :

$$\text{गुरुत्वाकर्षणाचा जोर} = \text{ग} \times \text{वस्तुमान}_1 \times \text{वस्तुमान}_2 / (\text{अंतर})^2 \dots\dots(१)$$

$$\text{ग} = \text{वैश्विक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक} = ६.६७ \times १०^{-११} \text{ मी}^3 \text{ किग्रॅ}^{-१} \text{ से}^{-२}$$

या वस्तू म्हणजे सूर्य, पृथ्वी, चंद्र असोत किंवा पृथ्वी आणि सुपरमॅन असो. एखादी गोल वस्तू जेव्हा संपूर्ण आकारमानामध्ये सारख्या घनतेची असेल, तेव्हा ते वस्तुमान जणू गोलाच्या केंद्रापाशी एकवटले असावे,असे वागते. तेव्हा पृथ्वीचे सर्व वस्तुमान पृथ्वीच्या केंद्राशी असेल, तर पृथ्वीवर उभ्या असलेल्या कोणत्याही व्यक्तीचे या वस्तुमानापासूनचे अंतर, म्हणजे पृथ्वीची त्रिज्या (६३६६ किमी). आता पृथ्वीवर उभा असणारा कोणीही पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा विशिष्ट जोर अनुभवतो. पृथ्वीचे वस्तुमान आहे  $६ \times १०^{२४}$  किलो. सुपरमॅनचे वस्तुमान १०० किलो धरले, तर वरील सूत्रानुसार हा जोर साधारण १०० किलोग्राम-मीटर/सेकंद<sup>२</sup> येतो. हाच जोर आपण वजनकाट्यावर मोजतो.

न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमानुसार,

$$\text{सुपरमॅनवरील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर} = \text{सुपरमॅनचे वस्तुमान} \times \text{ग} \dots\dots (२)$$

$$\text{ग} = \text{गुरुत्वाकर्षण बलामुळे निर्माण होणारा प्रवेग}$$

दोन्ही सूत्रांनी येणारा जोर सारखाच असायला हवा. त्यावरून आपल्याला ग म्हणजे गुरुत्वाकर्षणीय प्रवेगाची किंमत १० मीटर/सेकंद<sup>२</sup> अशी मिळते.

या सूत्रावरून आपण चंद्रावर असताना ग ची किंमत काय असेल तेही काढू शकतो. सुपरमॅनचे वस्तुमान तेच राहिल, आणि चंद्राचे वस्तुमान आणि त्रिज्या वापरली, की चंद्रावर निर्माण होणारा गुरुत्वाकर्षणीय प्रवेग मिळेल. तो पृथ्वीच्या ६ पट कमी येतो.

१६६५ मध्ये न्यूटनने जे मांडले, त्याचा खरा अर्थ असा आहे. सफरचंद पडताना पाहून त्याला गुरुत्वाकर्षणाची कल्पना सुचली हे खरे नाही, किंवा ते पाहून त्याने गुरुत्वाकर्षण बलाचे सूत्र (सूत्र १) मांडले असेही नाही. पण सतराव्या शतकात त्याच्या लक्षात आले, की सफरचंदाला जो जोर ओढून घेतो, तोच चंद्रालाही ओढत असला पाहिजे!

---

---

### ग्रह गोलाकार का असतात?

न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सांगतो, की दोन वस्तूंमधल्या गुरुत्वाकर्षणाचा जोर त्यांच्यामधल्या अंतराच्या वर्गाच्या पटीत कमी होतो. वस्तूच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षण त्या वस्तूच्या केंद्रापासूनच्या अंतरावर अवलंबून असते. त्यामुळे त्या वस्तूतील सर्व अणू केंद्रापासून कमीतकमी अंतरावर राहण्याची शक्यता सर्वात जास्त. बहुसंख्य ग्रह-तारे गोलाकार असण्याचे हेच कारण आहे. मात्र काही अशनी वेगळ्या आणि विचित्र आकाराचे आढळून येतात, त्यांचा आकार लहान असतो, त्यातील गुरुत्वाकर्षण इतके मोठे नसते, की त्यातील खडकांचा आकार मोडून, त्याचा गोलाकार होईल. पण जर या अशनीला अवकाशातून इतर पदार्थ येऊन चिकटत राहिले, तर त्याचा आकार वाढत जातो, त्यातील गुरुत्वाकर्षण वाढत जाते. मग मात्र त्याची ताकद अशनीचा आकार बदलून गोल करण्याइतकी होते.

थोडक्यात, एखाद्या कथेत जर एखाद्या ग्रहाचा आकार गोल सोडून दुसरा कुठला उदा. घनाकार दाखवला, तर त्याच्या लांबी-रुंदीवर मर्यादा येतील. एवढेच नाही तर, त्या ग्रहाचे गुरुत्वाकर्षण तिथे वातावरण धरून ठेवू शकणार नाही आणि त्यामुळे तिथले आकाशदेखील निळे दिसणार नाही!

---

---

एका विशिष्ट त्रिज्येच्या वर्तुळात फिरत राहण्यासाठी चंद्रावर ठरावीक जोर सतत लागत असला पाहिजे. बाह्य जोर नसेल, तर गतीमध्ये बदल होऊ शकत नाही. एखादी वस्तू

दोरा बांधून जेव्हा हाताने एकाच गतीने फिरवली जाते, तेव्हा तीवर लागणारा जोर गतीच्या दिशेत नसतो, मात्र तो वस्तूची दिशा बदलू शकतो; हे तुम्ही पहिले असेल.

चंद्रावर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर नसता, तर तो सरळ रेषेत निघून गेला असता. आणि मुळात त्याला त्याची विशिष्ट गती नसती, तर तो पृथ्वीवर येऊन आदळला असता. याच गुरुत्वाकर्षणाच्या जोरामुळे पृथ्वीही सूर्याभोवती फिरत राहते. याच जोरामुळे सफरचंद जमिनीवर पडते आणि सुपरमॅनने उडी मारल्यावर त्याचा वेग काही उंचीवर शून्य होतो. सुपरमॅनच्या ताकदीचे मोजमाप करून आपल्या लक्षात आले, की त्याचा जन्म झाला, त्या ग्रहावर पृथ्वीच्या पंधरापट गुरुत्वाकर्षण आहे.

आता सुपरमॅनच्या क्रिप्टॉन ग्रहाबद्दल पाहू. तिथे गुरुत्वाकर्षण १५ पट आहे. म्हणजे,

$$g_{\text{क्रिप्टॉन}} / g_{\text{पृथ्वी}} = १५.$$

आपल्याला माहित आहे की  $g = G \times \text{वस्तुमान} / \text{त्रिज्या}^2$

आणि  $\text{वस्तुमान} = \text{आकारमान} \times \text{घनता} = \frac{4}{3} \times \pi \times \text{त्रिज्या}^3 \times \text{घनता}$

त्यावरून,

$$(\text{क्रिप्टॉनची घनता} \times \text{क्रिप्टॉनची त्रिज्या}) / (\text{पृथ्वीची घनता} \times \text{पृथ्वीची त्रिज्या}) = १५.$$

क्रिप्टॉनची त्रिज्या आणि घनतेचा गुणाकार पृथ्वीच्या पंधरा पट असणार.

क्रिप्टॉनची आणि पृथ्वीची त्रिज्या सारखी असेल तर क्रिप्टॉनची घनता १५ पट असेल. किंवा दोन्ही ग्रहांची घनता सारखी असेल, तर क्रिप्टॉनची त्रिज्या पंधरा पट असेल.

आता, घनता पंधरा पट असू शकेल का याचा विचार करू.

एखाद्या पदार्थात किती अणू आहेत, त्यावरून त्याची घनता ठरते. अणूमध्ये केंद्रात प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आणि त्याभोवती फिरणारे अतिशय हलके इलेक्ट्रॉन अशी रचना असते. अणूचे वजन प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉनच्या संख्येवर ठरते, तर आकार ठरतो इलेक्ट्रॉनच्या कक्षेवर.

अणुकेंद्राचा आकार  $1 \times 10^{-12}$  सेंमी असतो. इलेक्ट्रॉनची कक्षा साधारण त्याच्या  $10,000$  पट मोठी असते. अणुकेंद्र जर  $1$  सेंमी असेल, तर अणूची त्रिज्या जवळजवळ  $92$  मीटर होईल.

आता गुरुत्वाकर्षणाची शक्ती त्या त्या ग्रहावर वेगळी असली, तरी अणूचा आकार त्यावर अवलंबून नसतो. म्हणजे एखाद्या दगडात किती अणू असतील, तो आकडा बदलत नाही. थोडक्यात, त्याची घनता काही बदलत नाही. पाण्याचा  $1$  सेंमी चा घन घेतला तर त्याचे वस्तुमान  $1$  ग्राम असेल, आणि  $1$  सेंमी घन आकाराचे शिसे घेतले, तर वस्तुमान  $11$  ग्राम असेल.

पृथ्वीवर पुष्कळ पाणी असले, तरी तिच्या पोटात त्याहून जास्त खडक आहे. त्यामुळे तिची घनता  $5$  ग्राम/सेंमी<sup>3</sup> आहे. त्या खालोखाल बुध आणि शुक्राची घनता आहे.

पृथ्वीच्या पंधरा पट घनता हवी, तर ती  $75$  ग्राम/सेंमी<sup>3</sup> येते. आपल्या सूर्यमालेतील कोणताही पदार्थ इतका घन नाही. अगदी पूर्ण युरेनियमचा बनला असेल तरी घनता  $19$  ग्राम/सेंमी<sup>3</sup> येईल. म्हणजे  $15$  पट घनता ही कल्पना बाद होते...

मग आकार असेल का  $15$  पट?

आपल्या ग्रहमालेत पृथ्वीच्या ११ पट त्रिज्या असणारा गुरू आहेच. मात्र तो आहे वायूचा गोळा. तिथे दगड-माती... काही घन आधारच नाही. त्यामुळे तिथे सुपरमॅन जन्माला येणे अशक्यच.

मग ही सुपरमॅन आणि क्रिप्टॉन ग्रहाची कल्पना बोगस म्हणायची का? तसेच काही नाही. सूर्यमालेतील कोणताही पदार्थ इथे उपयोगी नसला तरी, असे काही अतिविशेष, अतिघन पदार्थ अवकाशात सापडलेले आहेत. सुपरनोव्हा स्फोटानंतर शिल्लक राहणाऱ्या पदार्थात त्यांचा समावेश आहे.

जेव्हा जेव्हा वायुगोळ्यांमध्ये एकूण वायूचे प्रमाण वाढते, तेव्हा परिणाम म्हणजे केंद्रापाशी गुरुत्वाकर्षण इतके वाढते, की तिथले अणू अक्षरशः वितळून एकत्र येतात आणि नवे जड अणू तयार होतात. ऊर्जा = वस्तुमान x (प्रकाशाचा वेग)<sup>२</sup> इतकी जादा ऊर्जा बाहेर पडते. ही ऊर्जा गुरुत्वाकर्षणाच्या जोराला तुल्यबळ असते, तेव्हा ताऱ्याचा आकार स्थिर राहतो.

जेव्हा सर्व हायड्रोजन केंद्रे एकत्र येऊन हेलियम बनतो, हेलियम केंद्रे एकत्र येऊन कार्बन बनतो, त्यातीलच काहींचा नायट्रोजन – ऑक्सिजन... करत लोह बनते. पुढे या प्रक्रियेला वेग येऊन लोह आणि निकेल बनू लागते. मात्र आता ही प्रक्रिया कमी ऊर्जा देणारी असते, आणि गुरुत्वाकर्षणाची शक्ती त्याहून जास्त होते. वायुगोळा / तारा त्या दबावाने लहान होतो, त्यातील अणुकेंद्रे वितळून एकत्र येण्याची शेवटची फैर झडते... युरेनियमपर्यंतची जड द्रव्ये तयार होतात. त्याचबरोबर प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा बाहेर पडते. ताऱ्याच्या या अवस्थेला सुपरनोव्हा म्हणतात. याच बाहेर पडणाऱ्या ऊर्जेसोबत तयार झालेली काही



द्रव्येही फेकली जातात. गुरुत्वाकर्षणामुळे त्यातली काही एकत्र येऊन नवे तारे – ग्रह देखील बनतात. आपल्या शरीरातले एकूण एक अणू, आपल्या आसपास असलेल्या प्रत्येक वस्तुमात्रातले अणू अशाच प्रकारे एखाद्या ताऱ्यामध्ये शेवटच्या अवस्थेत तयार झालेले आहेत.



स्फोट होऊ घातलेला तारा. हबल दुर्बिणीने टिपलेली अवकाशीय घटना (स्रोत – विकीपिडिया)

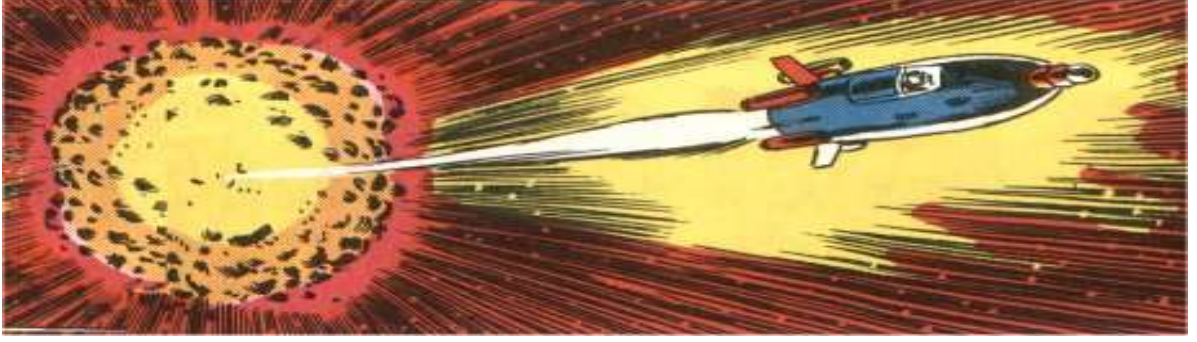
जो तारा अतिप्रचंड असेल, त्याच्या केंद्रापाशी इतके प्रचंड गुरुत्वाकर्षण निर्माण होते, की अणुकेंद्रातले प्रोटॉन आणि इलेक्ट्रॉन एकत्र येऊन त्यांचे न्यूट्रॉन तयार होतात. सुपरनोव्हा अवस्थेनंतरही हे न्यूट्रॉन अधिकाधिक जवळ येऊन घट्टसे आण्विक द्रव्य तयार होते. अशा प्रकारे शिल्लक राहिलेल्या ताऱ्याला न्यूट्रॉन तारा म्हणतात. याहून अधिक घनतेचा पदार्थ फक्त कृष्णविवरातच असू शकतो.

हा न्यूट्रॉन ताऱ्यातला पदार्थ क्रिप्टॉन ग्रहामध्ये असला, तर त्याची घनता १५ पट असू शकते!!

६०० मीटरचा केंद्रगोल जर न्यूट्रॉन ताऱ्याचा असेल, तर पृथ्वीच्या आकाराच्या ग्रहाची घनता १५ पट मिळू शकेल.

आणि आता आपल्या लक्षात येईल, की हा ग्रह फुटण्याची वेळ का आली? केंद्रात अतिप्रचंड घनता असल्यामुळे, पृष्ठभागावर मोठ्या प्रमाणात तणाव निर्माण होणारच! मग ज्वालामुखी आणि पृष्ठीय हालचाली ओघाने आल्याच. आणि म्हणूनच तिथल्या शास्त्रज्ञांना

आपली पुढची पिढी परग्रहावर पाठवायची वेळ आली. आता हे सगळे, १९३८ साली त्या तरुण कार्टून लेखकांच्या ध्यानात आले होते की त्यांचे अंदाज योगायोगाने अचूक ठरले... ते तुम्हीच ठरवा!



सुपरमॅन कॉमिक्सच्या गोष्टीनुसार क्रिप्टॉन ग्रह फुटून नष्ट होण्याची वेळ आली, तेव्हा सुपरमॅनच्या वैज्ञानिक वडिलांनी बाल-सुपरमॅनला एका अवकाशयानात बसवले, व यान पृथ्वीच्या दिशेने रवाना केले.

फिजिक्स ऑफ सुपरहिरोज हे पुस्तक तुम्ही पीडीएफ स्वरूपात थेट डाउनलोड करू शकता.

लिंक - <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Physics-of-Superheroes-Kakalios/e49024d876070954a808b93f47f5300337103a2a>

§§§

लेखक : जेम्स काकालिओस, अमेरिकेतील मिनेसोटा विद्यापीठातील स्कूल ऑफ फिजिक्स अँड अस्ट्रॉनॉमी येथे अध्यापन करतात, सर्वसामान्यांसाठी विज्ञान लेखन करतात.

संक्षिप्त अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुध्दे, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : [neelimasahasrabudhe@gmail.com](mailto:neelimasahasrabudhe@gmail.com)

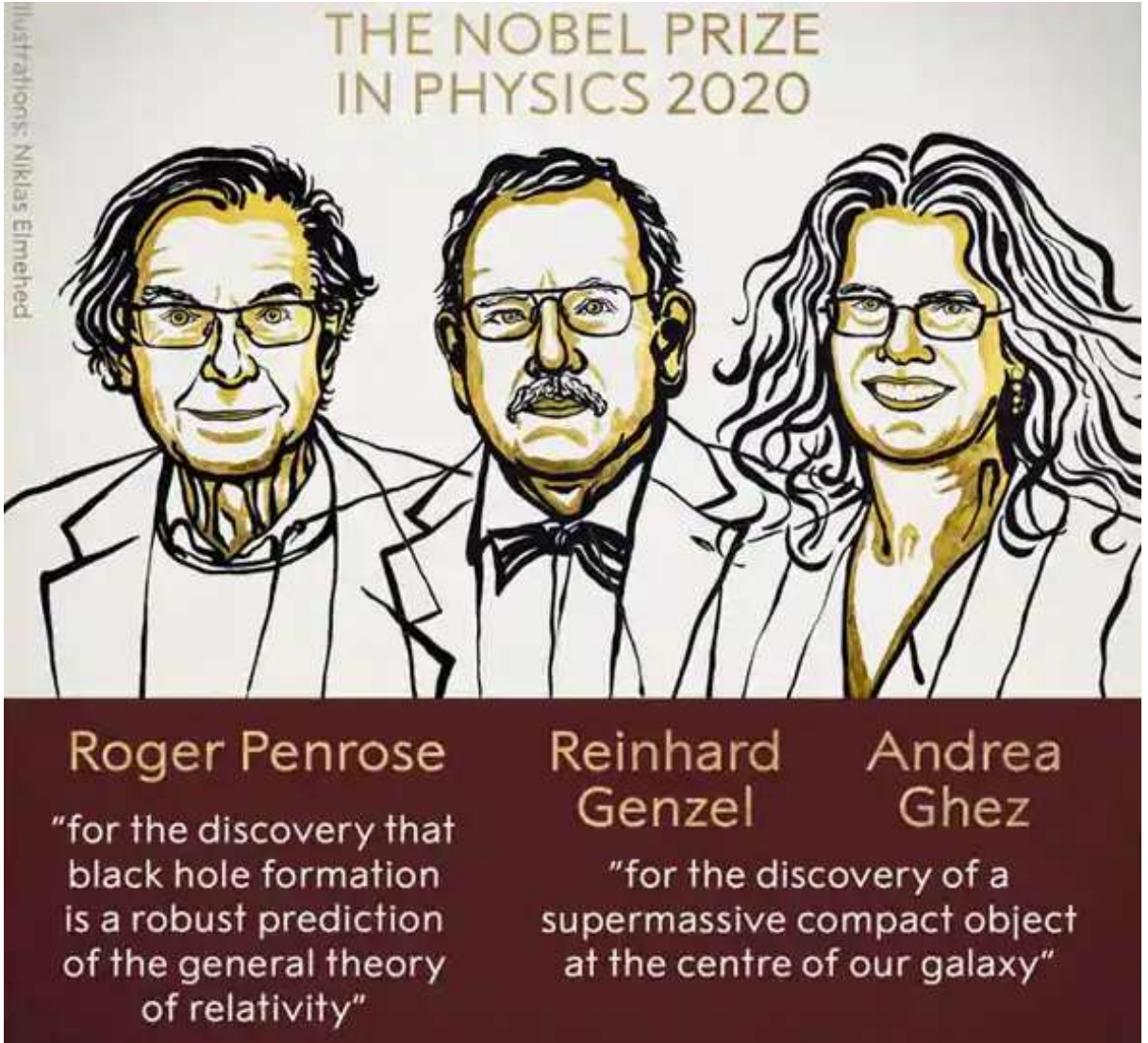
(कळीचे शब्द: पदार्थविज्ञानाचे शिक्षण, शिक्षणातील रंजकता, सुपरमॅन, न्यूटनचे नियम, गुरुत्वाकर्षण, सुपरनोव्हा, ताऱ्यांचा स्फोट, मूलद्रव्यांची निर्मिती)

पदार्थविज्ञानाचा नोबेल पुरस्कार २०२०:

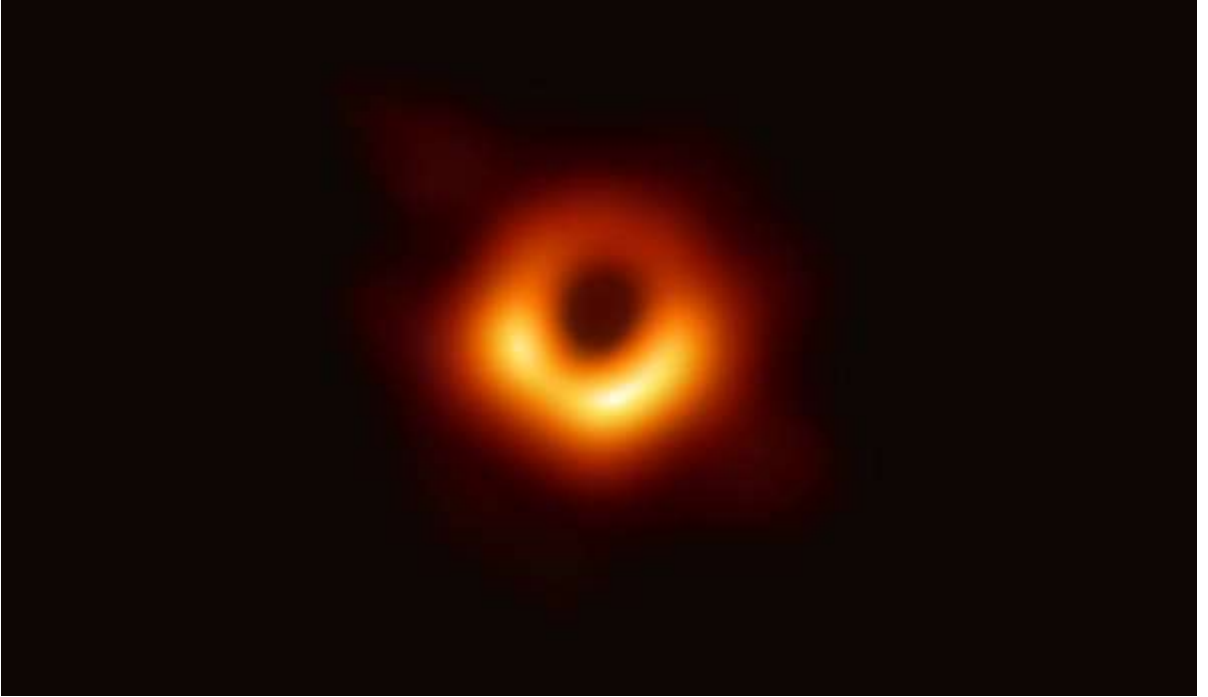
## पडद्यामागील तंत्रज्ञान

लेखक: सव्यसाची चटर्जी

अनुवाद: संजीवनी आफळे



२०२० सालाचा पदार्थविज्ञानाचा नोबेल पुरस्कार रॉजर पेनरोज यांना 'कृष्णविवराची निर्मिती म्हणजे सापेक्षतेच्या सिद्धांताने केलेली भक्कम भविष्यवाणीच आहे' हे सिद्ध केल्याबद्दल, आणि अँड्रिया घेझ आणि राईनहार्ड गेन्डेल यांना 'आपल्या आकाशगंगेच्या मध्यभागी अतिभव्य आणि सघन वस्तू असल्याचे शोधून काढल्याबद्दल' विभागून देण्यात आला.



इव्हेंट होरायझन दुर्बिणीने M87 या आकाशगंगेच्या मध्यभागाचे निरीक्षण करून काढलेले कृष्णविवराचे पहिले चित्र. यामध्ये सूर्यापेक्षा ६.५ दशलक्ष पट वस्तुमानाच्या कृष्णविवराभोवती त्याच्या प्रखर गुरुत्वाकर्षणामुळे तयार झालेले प्रकाशाचे वर्तुळ दिसते आहे.

[https://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/black\\_hole\\_description.html](https://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/black_hole_description.html)

या संशोधनामागील सैद्धांतिक बाबींची पुरस्काराच्या वार्ताकनामध्ये बरीच चर्चा झाली असली तरी हे शोध ज्या प्रायोगिक आणि तांत्रिक प्रगतीमुळे शक्य झाले त्यांकडे फारसे लक्ष दिले गेलेले नाही.

जॉन मिशेल आणि पिएर-सिमॉन लाप्लास यांनी १८व्या-१९व्या शतकामध्ये असे अनुमान बांधले की गुरुत्वाकर्षण नेहमीच ताकदवान असल्यामुळे अतिप्रचंड वस्तू स्वतःच्याच गुरुत्वाकर्षणामुळे कोसळून पडू शकतात. जर अशा वस्तू प्रचंड मोठ्या असल्या तर त्यांचे संपूर्ण वस्तुमान एका सघन सुघटित वस्तूमध्ये एकवटले जाते. या वस्तूच्या पृष्ठभागाचे गुरुत्व इतके जास्त असते की त्यावरून कोणतेही कण किंवा प्रकाश निसटू शकत नाही. यालाच आपण आता कृष्णविवर (ब्लॅक होल) असे म्हणतो. २० व्या शतकातल्या संशोधनाने दाखवून दिले की प्रखर गुरुत्वाकर्षण असलेल्या भागात न्यूटनचे नियम मोडून पडतील. अशा वस्तूंचे भौतिकशास्त्र सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धांतानुसार - अवकाश-काळाच्या वक्रतेत होणाऱ्या बदलांच्या दृष्टिकोनातून - मांडावे लागेल.

आईन्स्टाईन यांचा या विषयातला अग्रणी शोधनिबंध प्रसिद्ध झाल्यानंतर, १९१६ मध्ये कार्ल श्वार्झशिल्ड यांनी दाखवून दिले की वस्तुमान  $M$  असलेल्या वस्तूच्या मध्यापासून  $r_0 = (2GM/c^2)$  इतक्या अंतरावर कृष्णविवरासारखी परिस्थिती निर्माण होईल ( $G$  म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक स्थिरांक,  $c$  म्हणजे प्रकाशाचा अंतराळातील वेग). या अंतराला श्वार्झशिल्ड त्रिज्या असे म्हणतात. या सूत्रानुसार, सूर्य आणि पृथ्वीसाठी या श्वार्झशिल्ड त्रिज्या अनुक्रमे ३ कि.मी. आणि ९ मि.मी. असतील. सूर्य आणि पृथ्वीच्या प्रत्यक्षातल्या त्रिज्यांपेक्षा या फारच लहान आहेत. अतिप्रचंड आकाराच्या वस्तूंच्या त्रिज्या त्यांच्या श्वार्झशिल्ड त्रिज्यांएवढ्या असतील का? असे झाले तरच ती वस्तू स्वतःच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे कोसळून कृष्णविवर बनेल. अशा वस्तू खरंच अस्तित्वात असू शकतील का, की अशा वस्तूंना कृष्णविवर स्थितीत कोसळण्यापासून थांबवणारे दुसरे काही कारण आहे, असे काही प्रश्न या विवेचनातून उभे राहिले.

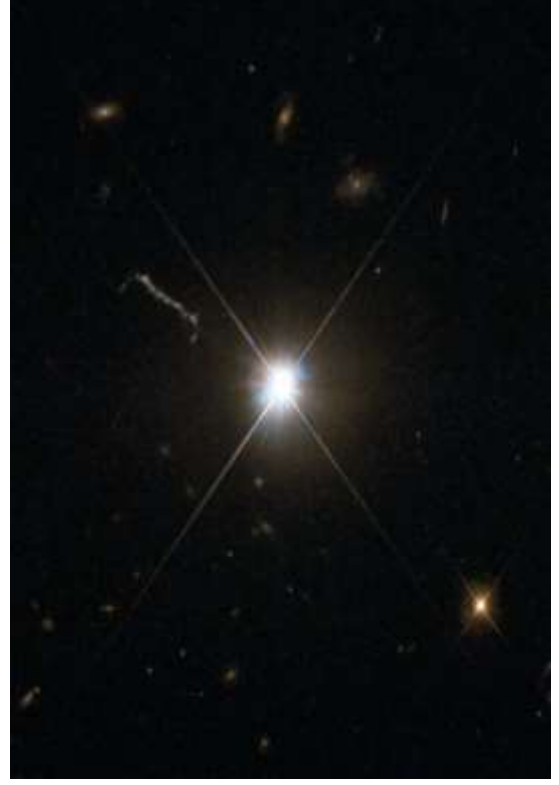
या सैध्दांतिक मांडणीबद्दल साशंकता बरीच दशके कायम राहिली. १९५५ मध्ये अमलकुमार रायचौधुरी यांच्या शोधनिबंधामध्ये हा प्रश्न पुन्हा उपस्थित केला गेला. आणि नंतर आर्थर कोमर यांनी दाखवले की, काही अटींची पूर्तता झाल्यावर असे कृष्णविवर तयार होऊ शकते.

१९६५ मध्ये रॉजर पेनरोज यांनी सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धांतामध्ये भूमितीची कल्पना मांडली. पेनरोज यांच्या अतिशय वेगळ्या दिशेने विचार करून केलेल्या क्रांतीकारी मांडणीने दाखवून दिले की, अतिप्रचंड वस्तूसाठी कृष्णविवरात कोसळणे हे अपरिहार्य आहे आणि ते कोणत्याही इतर, म्हणजे परिभ्रमण वगैरे सारख्या, भौतिक प्रक्रियांमुळे थांबवले जाऊ शकत नाही. हे सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धांताशी विसंगत नसून उलट त्या सिद्धांताचाच परिणाम आहे, असे त्यांनी काटेकोर पद्धतीने दाखवून दिले.

प्रश्न असा आहे की, पेनरोज यांच्या सैध्दांतिक कामानंतर खऱ्याखऱ्या कृष्णविवराचे अस्तित्व सापडायला पन्नास वर्षे का जावी लागली? इथेच तांत्रिक प्रगती आणि अनेक बाबतीतल्या भरीव कामगिरीची भूमिका लक्षात येते.

मागे वळून बघितले तर, १९५० सालात रेडियो खगोलशास्त्राने उसळी घेतली. कार्ल जान्स्की यांनी जरी हे तंत्र १९३०च्या सुरुवातीला शोधून काढले असले, तरी ते दुसऱ्या महायुद्धानंतर खरे भरात आले. युद्धकाळात विकसित झालेल्या रडार आणि रेडियोशास्त्रामुळे रेडियो खगोलशास्त्राला फायदा झाला आणि ठिकठिकाणी रेडियो दुर्बिणी उभारल्या गेल्या. प्रचंड माहिती गोळा झाली आणि सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धांतातील काही सैध्दांतिक प्रश्नांकडे पुन्हा बघण्याची मागणी होऊ लागली.

यातील एक शोध होता क्वासारचा, आणि पेनरोज यांचे काम या शोधाच्या नंतर लगोलग पूर्ण झाले. क्वासार हे आकाशगंगेच्या बाहेर खूप दूरवर असणारे अतिप्रकाशमान रेडियो स्रोत असतात. सगळ्यात जवळचा क्वासार आपल्यापासून २.५ अब्ज प्रकाशवर्षे इतका दूर आहे. त्यानंतर असे आढळून आले की, क्वासार आकाशात वेगवेगळ्या ठिकाणी, परंतु आकाशगंगेच्या मध्यभागी असतात आणि शक्य त्या सर्व तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय प्रारणांचे उत्सर्जन करतात.



पृथ्वीपासून २.५ अब्ज प्रकाशवर्षे दूर असलेल्या 3C 273 या क्वासारची हबल अवकाश दुर्बिणीने टिपलेली प्रतिमा

<https://www.nasa.gov/content/goddard/nasas-hubble-gets-the-best-image-of-bright-quasar-3c-273/#.X9r6j9qzblU>

क्वासार निर्माण करत असलेल्या अशा या प्रचंड ऊर्जेबद्दल, डोनाल्ड लिंडन-बेल यांनी १९६९ मध्ये असे सुचविले की, त्यांच्या मध्यभागी कितीतरी लाख सूर्यांचे वस्तुमान असलेली अतिप्रचंड कृष्णविवरे असतात. ही अतिभव्य कृष्णविवरे त्यांच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामुळे आजूबाजूच्या वस्तूंना आपल्याकडे ओढून घेतात. वस्तूंच्या या कृष्णविवरांच्या आत ओढले जाण्यामुळे वेगवेगळ्या क्रिया घडून येतात, ज्यामुळे होणारे उत्सर्जन रेडियो दुर्बिणीद्वारे नोंदले जाते. लिंडन-बेल म्हणाले होते की, “अवकाश-काळातील अशा वस्तू आपल्या निरीक्षण क्षमतेच्या बाहेर असतील, असा निष्कर्ष काढणे चुकीचे ठरेल.”

क्वासारचे अस्तित्व वेगवेगळ्या आकाशगंगांच्या मध्यभागी असते असे सांगितले जात असताना, साहजिकच हा विचार आला की, “आपल्या ‘मिल्की वे’ या आकाशगंगेच्या मध्यभागी असे एखादे अतिभव्य कृष्णविवर आहे का हे आपण पहायला नको का?”

राईनहार्ड गेन्झेल आणि अँड्रिया घेझ या दोघांनी तीसेक वर्षे या प्रश्नाचा पाठपुरावा केला. १९८८ मध्ये, फ्रांसमधील कार्जेझ या ठिकाणी झालेल्या एका कार्यशाळेदरम्यान प्रस्तुत लेखकाची भेट प्राध्यापक घेझ यांच्या बरोबर झाली होती. घेझ यांची त्यावेळी नुकतीच पी.एचडी. पूर्ण झाली होती आणि तेथे त्यांनी काही दुहेरी ताऱ्यांच्या (असे तारे जे एकाच वस्तुमान केंद्राभोवती फिरणारे दोन तारे असतात. यातील जास्त प्रकाशमान असलेला तारा मुख्य तारा म्हणून ओळखला जातो, तर कमी प्रकाशमान तारा दुय्यम तारा मानला जातो.) कक्षांची मोजमापे सादर केली होती. अतिभव्य कृष्णविवरांच्या शोधामध्ये या संशोधनाचा मोठा वाटा आहे. जर आकाशगंगेच्या मध्यभागी एक अतिभव्य कृष्णविवर असेल तर त्याच्या आसपासचे तारे त्याच्या भोवती फिरतील. जर आपण त्यांच्या कक्षीय त्रिज्या आणि परिभ्रमणाचा कालावधी शोधण्यात यशस्वी झालो, तर आपल्याला कृष्णविवर असल्याचा संकेत मिळेल.

अशा ताऱ्यांचा शोध त्यांनी सॅजिटॅरियस ए\* या भागात घेतला. मिल्की वे या आकाशगंगेच्या मध्यभागी असलेल्या भागाला ‘सॅजिटॅरियस ए स्टार’ असे म्हणतात. राईनहार्ड गेन्झेल आणि अँड्रिया घेझ या दोघांना सॅजिटॅरियस ए\* ही एक अतिभव्य आणि सुघटित वस्तू आहे हे शोधून काढल्याबद्दल २०२० सालचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. या भागामध्ये, अतिभव्य कृष्णविवरामुळे अवकाश-काळ इतका वेडावाकडा झाला आहे,



की त्यामुळे त्याभोवती फिरणाऱ्या ताऱ्यांचा परिभ्रमणाचा कालावधी १६ वर्षे इतका कमी आहे. मानवी आयुष्याच्या तुलनेत हा काळ खूपच कमी आहे. आपल्या सूर्याला आकाशगंगेच्या मध्यभागाभोवती फेरी पूर्ण करायला २०० दशलक्ष वर्षे लागतात! पण या वेगाने फिरणाऱ्या ताऱ्यांच्या कक्षांचा व्यास १७ प्रकाशतास इतका असेल, आणि त्यांचे निरीक्षण करण्यासाठी आपल्याला २६,००० प्रकाशवर्षे दूर असलेल्या आकाशगंगेच्या मध्याकडे पहावे लागेल! राईनहार्ड गेन्झेल यांनी म्हटल्याप्रमाणे यातले तांत्रिक आव्हान म्हणजे पृथ्वीवरून साध्या डोळ्यांनी निरीक्षण करून चंद्राच्या पृष्ठभागावरच्या काही सेंटीमीटर भागावरचा तपशील मिळवण्यासारखे होते.

या कामाकरिता प्रकाश एकत्र करण्याची उच्च क्षमता असलेल्या दुर्बिणीची



हवाई येथील १० मीटर व्यासाची केक दुर्बिणी  
[https://en.wikipedia.org/wiki/W.\\_M.\\_Keck\\_Observatory](https://en.wikipedia.org/wiki/W._M._Keck_Observatory)

आवश्यकता होती. या दुर्बिणीच्या तोंडाचा व्यास मोठा असायला हवा होता कारण ताऱ्यांचा प्रकाश आकाशगंगेतील प्रकाश शोषणाच्या धुळीच्या अनेक थरांमधून २६००० प्रकाशवर्षे प्रवास करून येणार

असल्यामुळे अगदी मंद असणार होता. अँड्रिया घेझ यांच्या गटाने हवाई येथील १० मीटर व्यास तोंड असलेली केक (Keck) दुर्बिणी वापरली तर राईनहार्ड गेन्झेल यांच्या गटाने चिले येथील युरोपियन सर्दरन ऑब्झर्वेटरी येथील ८ मीटर व्यासाची दुर्बिणी वापरली.

अशा मोठ्या दुर्बिणी उभारणे हे तांत्रिकदृष्ट्या मोठे आव्हान असते. तिची रचना, बांधणी, वापर, देखभाल-दुरुस्ती, इ. सर्व बाबींसाठी यांत्रिकी, विद्युत, बांधकाम, पदार्थविज्ञान, इलेक्ट्रॉनिक्स अशा वेगवेगळ्या क्षेत्रातल्या तज्ञ व्यक्तींची गरज असते. इतर तंत्रज्ञान विषयक आव्हानांविषयी राईनहार्ड गेन्झेल म्हणाले की, तीस वर्षांमध्ये या यंत्रांची तपशील दाखवण्याची क्षमता (रिझॉल्व्हिबिलिटी) आणि संवेदनक्षमता (सेन्सिटिव्हिटी) काही हजार ते काही दशलक्ष पटीने सुधारावी लागली. संवेदनशील असे अवरक्त शोधक (इन्फ्रारेड डिटेक्टर) म्हणजेच सीसीडी (चार्ज्ड कपलड डिव्हाइसेस) मिळवणे हा यातला एक मोठा अडसर होता कारण सगळी निरीक्षणे अवरक्त प्रकाशात केली जाणार होती. पण कितीतरी नवीन कल्पना होत्या, ज्या प्रत्यक्षात आणल्या जाणार होत्या.

महत्त्वाचे म्हणजे, एकच दुर्बिणी वापरण्याऐवजी अनेक दुर्बिणींकडून (उदा. युरोपियन सर्दर्न ऑब्झर्वेटरी येथील ८ मीटर तोंडाच्या ४ दुर्बिणी) येणारा प्रकाश एका बहुदुर्बिणी इंटरफेरोमीटरमध्ये एकत्र केला गेला. अशा प्रकारे तपशील पहाण्याची शक्ती अनेक पटीने सुधारण्यात आली. त्यानंतर “सीइंग (seeing)” चा तांत्रिक प्रश्नही सोडवायचा होता.

सीइंग हा तांत्रिक शब्द पृथ्वीच्या वातावरणातील उलथापालथींमुळे चित्रणामध्ये येणाऱ्या व्यत्ययासाठी वापरला जातो. या व्यत्ययामुळे ताऱ्यांकडून येणारा प्रकाश कमी जास्त होतो आणि तारे चमकताना दिसतात. पण चित्रण करताना जास्त वेळाच्या एक्सपोजरमुळे चित्रणात यायला हवे ते सारे तपशील येऊ शकत नाहीत. मग खूप कमी वेळाचे एक्सपोजर (१ ते १० मिलीसेकंद) वापरले गेले. इतक्या कमी वेळात वातावरणात काही बदल होत नाही.

या साऱ्याला ‘अडाऱ्ठीव्ह ऑऱ्प्टिक्स’ या तंत्राची जोड मिळाली. ढण त्याऱ्या नावीन्यतेमुळे आणखी आव्हाने उभी राहिली. अडाऱ्ठीव्ह ऑऱ्प्टिक्स दोन ढायऱ्या ँकत्र करते. १) व्हेव्ह फ्रंट सेन्सिंग आणि २) व्हेव्ह फ्रंट करेक्शन. ढहिल्या ढायरीमध्ये ँक कृत्रिम तारा निर्माण करून ‘वातावरणीय सीडंग’ वर लक्ष ठेवले जाते. दुर्बिणीतून ५४ॢ.२ नॅनोमीटर इतक्या तरंगलांबीचा लेसर ढकाश वातावरणात ढाठवला जातो. वातावरणात ९० किलोमीटर इतक्या उंचीवर असलेल्या मिसोस्फेअरमध्ये सोडियम अणू हा ढकाश शोषून उत्तेजित होतात. त्यानंतर हे सोडियम अणू ढकाश ढरत बाहेर उत्सर्जित करून शांत होतात. या ढक्रियेदरम्यान ते मिसोस्फेअरमध्ये ताऱ्यांसारखे वागणारे बिंदू तयार करतात. या कृत्रिम ताऱ्यांच्या अस्पष्ट ढतिमा आता दुर्बिणीत नोंदल्या जातात. या ढतिमांच्या अस्पष्टतेवरून व्हेव्ह फ्रंटमध्ये वातावरणातील हालचालींमुळे निर्माण होणाऱ्या विकृती कळतात. ही ढक्रिया ‘सीडंग’वर देखरेख ठेवते. ‘सीडंग’ ची मिळालेली ही माहिती व्हेव्हफ्रंट मध्ये दुरुस्ती करण्यासाठी आता ँका अनेक तुकड्यांनी बनलेल्या लवचीक आरशाकडे ढाठवली जाते. हा आरसा ँका अनेक घटक असलेल्या चित्रणव्यवस्थेचा ढाग असतो आणि अनेक ढिझोइलेक्ट्रिक अॅक्टिव्हेटर्स (छोटे दड्डे) द्वारा नियंत्रित केला जातो. मिळालेली माहिती वाढून हा आरसा वेडा वाकडा केला जातो, व त्याद्वारे वातावरणाने वेव्हफ्रंटमध्ये आणलेल्या विकृती दुरुस्त केल्या जातात. अशा रीतीने मिळालेली ढतिमा स्थिर केली जाते आणि त्याच बरोबर वातावरणीय ‘सीडंग’ ने निर्माण केलेले दोषही सुधारले जातात.

या दोन ढायऱ्या असलेल्या अडाऱ्ठीव्ह ऑऱ्प्टिक्समुळे मिळालेला संदेश सर्व ढकाराचे व्यत्यय दूर करून ‘स्वच्छ’ केला जातो. या ‘स्वच्छ’ ढतिमांमुळे सॅजिटॅरियस ँ\* विभागातल्या ताऱ्यांच्या कक्षीय त्रिज्या तंतोतंत मोजणे शक्य होते. अशा ढकारे,

आकाशगंगेच्या मध्यभागी, सूर्यपेक्षा ४ दशलक्ष पट जास्त वस्तुमान असलेल्या अतिजड कृष्णविवराचे अस्तित्व सिद्ध केले गेले. अनेक भाग असलेले आरसे तयार करणे, व्हेव्ह प्रंट सेन्सिंग आणि क्रेक्शनसाठी जलद आकडेमोड व नियमन करणे यामधील तांत्रिक आव्हाने दुर्लक्षित करण्यासारखी नाहीत. सांघिकरीत्या केलेल्या या कामामुळे आपल्याला विश्वाकडे पहाण्याची एक नवीनच दृष्टी मिळाली. शिवाय कृष्णविवरांचे गूढ उकलले गेले आणि त्यांच्या अस्तित्वाबद्दल असलेला संशय निवळला गेला.

हे मोठे यश अनेक नवोदित शास्त्रज्ञांना प्रेरणा देईल आणि सामान्य नागरिकांना विज्ञानाकडे आकर्षित करेल यात शंका नाही. प्राध्यापक अँड्रिया घेझ यानंतर म्हणाल्या की हा पुरस्कार त्यांना “त्यांच्या कामातील अध्यापनाच्या बाजूकडे तळमळीने बघण्यास उद्युक्त करेल... लोकांची प्रश्न विचारण्याची आणि विचार करण्याची क्षमता वाढवेल, हे जगाच्या भविष्यासाठी फार निर्णायक आणि महत्त्वाचे आहे.” परंतु, अशा अभिजात कल्पनांमध्ये बहुआयामी सामाजिक गुंतवणुकीची आवश्यकता असते. हे काम समाजाने आता हातात घ्यायला हवे आहे.

§§§

---

लेखक : सव्यसाची चटर्जी, ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्कचे अध्यक्ष.

इ-मेल : [chatsab99@gmail.com](mailto:chatsab99@gmail.com)

अनुवाद : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : [saaphale@rediffmail.com](mailto:saaphale@rediffmail.com)

(कळीचे शब्द: कृष्णविवर, क्वासार, आकाशगंगा, रेडिओ खगोलशास्त्र, रेडिओ दुर्बिण)

# मानवाचे आगमन

लेखक: प्रियदर्शिनी कर्वे

साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीची अवकाशातून आलेल्या एका वस्तूशी टक्कर झाली. त्यातून पृथ्वीवर झालेल्या उलथापालथीमध्ये महाकाय डायनॉसोअर प्रजाती नष्ट झाल्या आणि सस्तन प्राण्यांच्या उत्क्रांतीचा मार्ग मोकळा झाला. यातूनच झाडांवर आणि जमिनीवर वावरणारी मर्कट प्रजाती उत्क्रांत झाली. हा सारा इतिहास आपण मागच्या लेखात पाहिला. या मर्कट प्रजातीच्या पुढच्या उत्क्रांतीतून मानवापर्यंतचा प्रवास जाणून घेऊया, या लेखात.

साधारण ६ कोटी वर्षांपूर्वी उत्क्रांत झालेल्या मूळ मर्कट प्रजाती साधारण ८० लाख वर्षांपूर्वीपर्यंत पृथ्वीवरून जवळजवळ नष्टही झाल्या होत्या. अपवाद फक्त आशिया खंडात तग धरून राहिलेल्या ओरांगउटांगचा. पण याच मर्कट प्रजातीतील एका शाखेपासून मानवाची उत्क्रांती झाली आहे.

मानवाच्या उत्क्रांतीच्या मार्गातील टप्प्यांची आपल्याला आज असलेली माहिती ही चार प्रकारच्या पुराव्यांवर आधारित आहे.



ओरांगउटांग  
(स्रोत - विकीपिडिया)

१. पुरातत्त्वीय उत्खननात सापडलेली हाडे आणि हत्यारे यांचा अभ्यास
२. सध्या अस्तित्वात असलेल्या मर्कट प्रजातींचा अभ्यास
३. आनुवंशशास्त्रीय व जनुकीय अभ्यास
४. वातावरण बदलाचा अभ्यास

मानवाच्या पूर्वजांची हाडे आणि ते वापरत असलेली विविध हत्यारे यांचा अभ्यास १९व्या शतकापासून मुख्यतः युरोपियन संशोधकांनी केला आहे. १८५० साली सिसिली आणि उत्तर फ्रान्समध्ये सापडलेल्या दगडी हत्यारांची चित्रे प्रसिध्द केली गेली होती. १८५७ साली जर्मनीतील नियँडर खोऱ्यात माणसासारख्या असणाऱ्या प्राण्यांचे जीवाश्म सापडले. या मानवी प्रजातीला नियँडरथॉल असे नाव दिले गेले. आधुनिक मानवासारखेच पण प्राचीन जीवाश्म फ्रान्समध्ये १८६८ साली सापडले होते.

डार्विनने १८६३ साली लिहिलेल्या 'डिसेंट ऑफ मॅन' या पुस्तकात मानवाची उत्क्रांती आफ्रिकेत झाली असावी, असा अंदाज व्यक्त केला होता. गोरिला व चिंपांझी हे मानवाचे जवळचे नातेवाईक असावेत, हा कयास सर्वमान्य होताच. गोरिला आणि चिंपांझी आफ्रिकेत सापडतात, तेव्हा माणूसही मुळात आफ्रिकेतलाच असावा, असा विचार या तर्कामागे होता. पण १९ व्या शतकात एकापाठोपाठ एक असे प्राचीन मानववंशाचे पुरावे युरोपात सापडल्यामुळे अगदी २०व्या शतकाच्या सुरुवातीपर्यंत मानवाचे उगमस्थान युरोप असावे असे मानले जात होते. मात्र २०व्या शतकाच्या सुरुवातीपासून लीकी कुटुंबियांनी आफ्रिकेत केलेल्या पुरातत्त्वीय संशोधनामुळे हा समज मोडीत निघाला. १९९०च्या दशकापर्यंत मानवाचे उगमस्थान आफ्रिकाच आहे, यावर बहुतेक पुरातत्त्व अभ्यासकांचे एकमत झालेले होते. लीकी कुटुंबीय व इतरांनाही आफ्रिकेत केलेल्या विविध उत्खननांमध्ये

होमो सेपियन ही आपली प्रजातीच नाही, तर त्याही आधीच्या आपल्या पूर्वज प्रजातींचेही अनेक अवशेष गेल्या पन्नासेक वर्षांमध्ये सापडलेले आहेत.

१९६० नंतर आपले जवळचे नातेवाईक असलेल्या चिंपांझी व गोरिला प्रजातींच्या



चिंपांझी  
(स्रोत - विकीपिडिया)

समाजजीवनाचा अभ्यास केला गेला आहे. या संशोधकांमध्ये जेन गुडाल यांचे नाव प्राधान्यक्रमाने घ्यावे लागेल. त्यांनी दीर्घकाळ निरीक्षणातून चिंपांझींच्या कौटुंबिक आणि सामाजिक जीवनाचा अभ्यास केला. चिंपांझी हत्यारे वापरतात, भावभावना व्यक्त करतात, कौटुंबिक आणि सामाजिक बंध निर्माण करतात, या साऱ्या गोष्टी या अभ्यासांमधून

दिसून आल्या. प्राथमिक अवस्थेतील मानवाचे जगणे कसे असेल, याचा काहीएक अंदाज अशा अभ्यासांमधून बांधता येतो.

१९६० नंतर गुणसूत्रांच्या आणि डीएनएच्या अभ्यासातून एकंदरच सजीवसृष्टीतील विविध प्रजातींच्या परस्परांशी नातेसंबंधांबद्दल खात्रीशीर माहिती मिळवणे शक्य झाले. मानववंशाच्या उत्क्रांतीच्या अभ्यासासाठीही असे अभ्यास हे अलिकडच्या काळातील एक प्रभावी साधन ठरले आहे. या अभ्यासामुळेच आपल्याला आता माहित झाले आहे, की आपल्या उत्क्रांतीच्या प्रवासात प्रथम गोरिला आपल्या शाखेपासून अलग झाले, त्यानंतर साधारण ६० लाख वर्षांपूर्वी चिंपांझी व मानवाचा प्राचीन पूर्वज हे एकमेकांपासून अलग झाले. म्हणजेच आज आपले सर्वात जवळचे नातेवाईक आहेत, चिंपांझी.

मानवी उत्क्रांतीतही अनेक मानव प्रजाती उत्क्रांत झाल्या, नष्ट झाल्या, एकमेकांशी संकरितही झाल्या. आज होमो सेपियन म्हणजे आपण ही एकच प्रजाती उरलेली आहे. जनुकीय अभ्यासानुसार काही समाजसमूहांमध्ये नियँडरथॉल प्रजातीची गुणसुत्रेही काही प्रमाणात मिसळलेली आढळतात.

पृथ्वीच्या वातावरणातील बदलांचा अभ्यासही मानवाच्या उत्क्रांतीवर प्रकाश टाकतो. आपल्या अस्तित्वाच्या आधीपासूनच्या पृथ्वीच्या वातावरणाची माहिती आपल्याला कशी मिळते? तर ही माहिती ध्रुवीय प्रदेशांतील कधीही न वितळणाऱ्या आणि दर हिवाळ्यात नवीन थरांनी वाढत जाणाऱ्या बर्फामध्ये बंदिस्त झालेली आहे. प्रत्येक बर्फाचा थर तयार होत असताना, त्यामध्ये हवेचे बुडबुडे अडकत जातात. ही तो थर तयार होत असतानाच्या काळातील हवा असते. आपण बर्फाच्या या थरांत खाली खाली खोदत गेलो, तर आपल्याला लक्षावधी वर्षांपूर्वीच्या हवेचे नमुने गोळा करता येतात. अशा नमुन्यांच्या अभ्यासातून आता आपल्याला ७ लाख वर्षांपासूनच्या पृथ्वीच्या वातावरणाबद्दल माहिती मिळालेली आहे.

यानुसार, पृथ्वीवर किमान गेल्या ७ लाख वर्षांपासून साधारण १० हजार वर्षांचा उष्ण काल, आणि मग साधारण १ लाख वर्षांचे हिमयुग असे चक्र चालू आहे. या चक्रानुसार आता आपण हिमयुगात जाण्यास सुरुवात व्हायला हवी!

वातावरण बदलाच्या या नैसर्गिक चक्राचे कारण काय? पृथ्वीच्या सूर्याभोवतालच्या परिभ्रमणाच्या कक्षेत काही आवर्ती बदल होत असतात. मिलानकोविच या अवकाश वैज्ञानिकाने या आवर्तनांचा शोध लावला म्हणून त्यांना मिलानकोविच आवर्तने म्हणतात. या बदलांमुळे पृथ्वीवर पोहोचणाऱ्या सूर्यप्रकाशाच्या प्रारणांच्या प्रमाणातही आवर्ती बदल



होतात. या सौरमालेतील अवकाशीय गोष्टीमुळे हे उष्ण-थंड तापमानाचे नैसर्गिक चक्र प्रस्थापित झाले आहे. पृथ्वीवरील तापमानातील हेलकाव्यांचे हे चक्र गेली ३.५ कोटी वर्षे चालू आहे, असे दिसते!

चिंपांझींपासून वेगळे झाल्यापासून मानवी उत्क्रांतीचा कालावधी पाहिला तर तो साधारण ६० लाख वर्षांचा आहे. या काळात अनेक हिमयुगे आणि उष्ण काळ येऊन गेले. या बदलत्या वातावरणाला तोंड देण्याच्या आव्हानातूनच विविध प्रकारच्या वातावरणीय परिस्थितीशी अनुकूलन करून घेऊन जगू शकेल अशा आधुनिक मानवी प्रजातीची उत्क्रांती झाली असावी, असे वैज्ञानिक मानतात.



मानवाच्या उत्क्रांतीमधील काही ठळक टप्पे

होमो सेपियन या प्रजातीची उत्क्रांती साधारण २ ते २.५ लाख वर्षांपूर्वी झाली, यावर वैज्ञानिकांमध्ये एकमत आहे. पण त्यावेळचे आपले जगणे आणि आजचे आपले जगणे यांमध्ये जमीन-अस्मानाचा फरक आहे. इतर कोणत्याही सजीव प्रजातीपेक्षा मानवाचा पृथ्वीवरचा वावर अगदी वेगळा आहे. जनुकीयदृष्ट्या आपल्या सर्वात जवळ असलेल्या चिंपांझीपेक्षा आजचे आपले समाजजीवन खूपच वेगळे झाले आहे. आपल्यापेक्षा जास्त काळ पृथ्वीवर वावरणाऱ्या चिंपांझींच्या जगण्यामध्ये या दीर्घ कालावधीत काही फार बदल झालेला दिसत नाही. पृथ्वीच्या इतिहासातील भूगर्भशास्त्रीय, वातावरणीय आणि जैविक अशा ज्या विशिष्ट स्थितींच्या एकत्र येण्यातून आपली उत्क्रांती झाली, ती संपूर्ण स्थितीच बदलून टाकण्याचे सामर्थ्य आपण प्राप्त केले आहे. कशामुळे हे शक्य झाले, आपल्यात असे काय वेगळे आहे, हे आपले सामर्थ्य आहे की यातच आपल्या विनाशाचीही बीजे आहेत, या आणि अशा प्रश्नांचा उहापोह आपण पुढील लेखांमध्ये करूया.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्टरी – बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग” या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

---

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्व्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : [pkarve@samuchit.com](mailto:pkarve@samuchit.com)

(कळीचे शब्द: ओरांगउटांग, गोरिला, चिंपांझी, नियँडरथॉल, होमो सेपियन, पुरातत्त्व,

आनुवंशशास्त्र, जनुके, वातावरण बदल, मिलानकोविच आवर्तने, हिमयुग)

# पुरातत्त्व अंतरिक्षातले

लेखक: डॉ. अनिल जोशी

एक आणखी झळाळणारी पहाट वाट पाहते आहे

सूर्योदय नाही, तर आकाशगंगोदय

एक सकाळ चारशे अब्ज सूर्यांनी उजळलेली

आपल्या आकाशगंगेचा उदय

कार्ल सेगन, कॉसमॉस

दुसऱ्या महायुद्धाच्या युद्धपिपासेने दोन वर मानवाला दिले, अणुतंत्रज्ञान व अंतरिक्ष विज्ञान! या वरांचे शापात रूपांतर करण्याची स्पर्धा चालू असतानाही त्याचे काही फायदेही मानवाला होत आहेत. आपला भारत देशही अंतराळ संशोधनात मागे नाही. नुकताच भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेने (इस्रो) आपला बेचाळीसावा उपग्रह अंतराळात पाठवला. अमेरिकन संशोधक-उद्योगपती इलॉन मस्क यांनी स्थापन केलेल्या स्पेसेक्स कंपनीच्या अंदाजानुसार त्यांचे स्वतःचे स्टारलिनक शृंखलेतील सुमारे तीस हजार उपग्रह आगामी दहा वर्षांत पृथ्वीभोवतीच्या भ्रमणकक्षेत दाखल होतील.

आर्किओलॉजी किंवा पुरातत्त्व ही एक ख्यातनाम विद्याशाखा आहे. त्याची एक सोपी व्याख्या म्हणजे 'वस्तू आणि वास्तू यांच्या अभ्यासाने इतिहासाची केलेली पुनर्मांडणी'.

तसे पाहायला गेले तर अंतरिक्ष विज्ञान हे १९३० ते ४० या दशकात खऱ्या अर्थाने अस्तित्वात आले. ह्या आधी आपण अंतराळाकडे लांबून पहात होतो. गुरुत्वाकर्षणावर मात

करून खऱ्या अर्थाने आपण अंतराळात प्रवेश केलेला नव्हता. ज्या शास्त्राला अजून १०० वर्षेही पूर्ण झालेली नाहीत अशा शास्त्रात पुरातत्त्वाची शाखा मानून त्या अंगाने अभ्यास करणे कितपत योग्य आहे, असा प्रश्न विचारला जाऊ शकतो. याला उत्तर असे, की काल, आज आणि उद्या अशी काळाची मांडणी केली तर गेलेला क्षण देखील इतिहास झाला. त्यामुळे 'अंतरिक्ष पुरातत्त्व' हे शास्त्र म्हणून सिद्ध होण्यास कसलीच हरकत नाही.

अंतरिक्ष पुरातत्त्व म्हणजेच स्पेस आर्किओलॉजी हा समास दोन पद्धतीने सोडवता येतो. पृथ्वीवरील पुरातत्त्वीय वस्तूंचा अवकाशातून अभ्यास हे एक प्रकारचे आकलन तर अंतरिक्षातील पुरातत्त्व हे दुसरे आकलन. आता आपण दुसरे आकलन केंद्रस्थानी ठेवून विचार करत आहोत.

आपण ज्यावेळी वस्तू आणि वास्तू यांचा अभ्यास करू पाहतो त्यावेळी या वस्तू, वास्तू आणि मानव यांचे परस्परसंबंध याचा तो अभ्यास असतो. या वस्तू किंवा वास्तू मानवाने विशिष्ट काळी बनवलेल्या असतात, त्या बनवण्यामागे मानवाचे काही विशिष्ट हेतू असतात. हे हेतू सिद्ध होतात किंवा होत नाहीत, पण वापर संपल्यानंतर या वस्तू किंवा वास्तू मागे राहतात. आपण या सर्व प्रक्रियांचा अभ्यास करत असतो. एक प्रकारे त्या काळच्या संस्कृतीचे आकलन करण्याचा आपला तो प्रयत्न असतो.

आधी सांगितल्याप्रमाणे माणसाने अंतराळात यान पाठवणे किंवा स्वतः प्रवेश करणे या गोष्टीला १९३० च्या दशकात सुरुवात झाली. परंतु अंतरिक्ष पुरातत्त्व हा विषय एक नवीन विचार म्हणून २०००च्या सुमाराला पुढे आला. त्यातही दोन वेगवेगळे प्रकार आहेत. अंतराळात मानवाने नेऊन सोडलेल्या आणि आता टाकाऊ बनलेल्या वस्तू आणि चंद्र व मंगळ ग्रहावर पोहचून मानवाने आणि मानवनिर्मित यंत्रांनी तेथे सोडलेल्या पाऊलखुणा. या



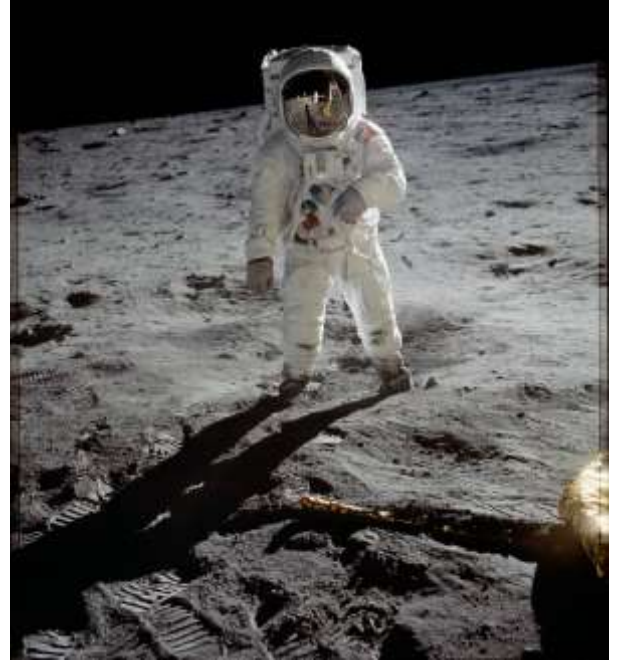
**व्हॅनगार्ड १ हा सौरविद्युत ऊर्जेवर चालणारा पहिला अमेरिकन उपग्रह. १९६४ मध्ये मानवाशी संपर्क तुटल्यानंतर अंतराळात असलेली सगळ्यात जुनी मानवनिर्मित वस्तू.**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Vanguard\\_1](https://en.wikipedia.org/wiki/Vanguard_1)

वेगवेगळी ठिकाणे देखील अंतरिक्ष पुरातत्त्वाचा एक महत्त्वाचा अभ्यासविषय आहेत.

पृथ्वीवरच्या पारंपरिक पुरातत्त्वाशी तुलना केली तर अंतरिक्ष पुरातत्त्व हे खूप अलीकडच्या काळाचा अभ्यास करते असे म्हणावे लागेल. अंतराळात फिरत असलेल्या पण आता टाकाऊ बनलेल्या वस्तू वापरलेले काही लोक आजही हयात आहेत. त्यामुळे आपण जेव्हा वस्तू आणि मानव यांच्या परस्परसंबंधांचा अभ्यास करू पाहतो त्या

दोन्हीचा एकत्रित किंवा वेगवेगळा अभ्यास अंतरिक्ष पुरातत्त्वात समाविष्ट आहे. आता वापरात नसलेले सर्व उपग्रह, अग्निबाणाचे तुकडे हे अंतरिक्ष पुरातत्त्वासाठीचे महत्त्वाचे अभ्यासविषय आहेत. चंद्रावर किंवा मंगळ ग्रहावर वेगवेगळ्या ठिकाणी, वेगवेगळ्या देशांची याने उतरली. ही



**मानवाने १९६९ साली चंद्रावर पहिले पाउल ठेवले. या छायाचित्रात चंद्रावर चालत असलेले बझ आल्ड्रिन दिसत आहेत. हे छायाचित्र नील आर्मस्ट्रॉंग यांनी काढले आहे. चंद्रावरील ही जागा भावी पिढ्यांसाठी जपून ठेवायला हवी.**

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/apollo/40th/images/apollo\\_image\\_12.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/40th/images/apollo_image_12.html)

वेळेला या अभ्यासासाठी या लोकांशी प्रत्यक्ष बोलणेही शक्य होते; हे अंतरिक्ष पुरातत्त्वासाठी फायद्याचे आहे. पारंपरिक पुरातत्त्वज्ञांना हजारो-लाखो वर्षांपूर्वीच्या वस्तू अभ्यासताना असे काही करता येत नाही.

अंतराळातल्या पुरातत्त्वाच्या दृष्टीने महत्त्वाच्या टाकाऊ वस्तूविषयी बोलत असताना काही गंमतशीर गोष्टी सांगाव्याशा वाटतात.

अंतराळ संशोधन क्षेत्रात गेल्या आठ-दहा वर्षांपासून अनेक खासगी संस्थांचा सहभाग आहे. त्यामध्ये इलॉन मस्क यांच्या 'स्पेसेक्स' कंपनीचा खूप मोठा पुढाकार आहे. उपग्रह आपल्या नियोजित कक्षेत सोडून पुन्हा पृथ्वीवर परत येणारा अग्निबाण त्यांनी तयार केला आहे. फाल्कन अर्थात बहिरी ससाणा असे सार्थ नाव या अग्निबाणाला देण्यात आले आहे.

उपग्रह कक्षेत सोडून देणाऱ्या अग्निबाणाचे तीन वेगवेगळे भाग असतात. अग्निबाण जसा उंच उंच जाईल तसा यातील एकेक टप्पा विलग होतो. पूर्वी हे विलग झालेले टप्पे नष्ट



इलॉन मस्क यांच्या स्पेसेक्स या कंपनीने तयार केलेल्या फाल्कन हेवी या अग्निबाणाद्वारे त्यांची टेस्ला रोडस्टर ही गाडी अवकाशात पाठवण्यात आली. सूर्याभोवती फिरणारी ती पहिली कार ठरली.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Elon\\_Musk%27s\\_Tesla\\_Roadster](https://en.wikipedia.org/wiki/Elon_Musk%27s_Tesla_Roadster)

व्हायचे. स्पेसेक्स कंपनीने हे टप्पे सुरक्षितपणे पृथ्वीवर परत आणण्याचे तंत्रज्ञान विकसित केले आहे. त्यामुळे हे टप्पे पुन्हा वापरता येतात. अर्थात उपग्रह कक्षेत सोडण्याचा खर्च त्यामुळे खूप कमी होतो.

ज्यावेळी या फाल्कन अग्निबाणाची चाचणी चालू होती त्यावेळी खऱ्याखऱ्या उपग्रहाऐवजी

या अग्निबाणातून अंतराळात दुसरी कोणती वस्तू पाठवता येईल याविषयी विचारविनिमय चालू होता. मस्कच्या एका चाहत्याने, त्याने आपली स्पोर्ट्स कार अंतराळात पाठवावी, असे गमतीने सुचवले. विक्षिप्त मस्कला ही कल्पना अत्यंत आवडली आणि त्याने टेस्ला रोडस्टर ही आपली अत्यंत महागडी गाडी ६ फेब्रुवारी २०१८ रोजी खरोखरीच अंतराळात पाठविली. अग्निबाणाची कोणतीही वस्तू अंतराळात नेऊन नियोजित कक्षेत सोडण्याची ही चाचणी यशस्वी झाल्यानंतर आता ही कार म्हणजे अंतराळातील टाकाऊ वस्तूच आहे.

पृथ्वीवरून अवकाशात गेलेली पहिली वस्तू काय असावी? १९५० साली जमिनीखाली केलेल्या एका अणुस्फोटाचा परिणाम म्हणून स्फोटासाठी केलेल्या खड्ड्याच्या तोंडावर बसवलेले एक झाकण प्रचंड वेगाने अवकाशात फेकले गेले. तो कदाचित मानवाकडून अंतराळात गेलेला पहिला पदार्थ असावा.

स्पुटनिक १ हे रशियन अंतराळ यान १९५७ साली सोडण्यात आले. हे अजूनही आपल्या कक्षेत भ्रमण करते आहे. १९५८ साली स्पुटनिक २ मधून लैका नावाच्या कुत्रीला अंतराळात सोडण्यात आले. तिने या यानासोबत चार पृथ्वी प्रदक्षिणा पूर्ण केल्या. त्यानंतर तापमान नियंत्रकाचे काम बिघडल्याने तिचा दुर्दैवी मृत्यू झाला. हे यान आपली भ्रमणकक्षा सोडून खाली खाली आले व कालांतराने जळून नष्ट झाले. नाहीतर त्या कुत्र्याचे कलेवर देखील आपल्याला आज अंतरिक्ष पुरातत्त्वाचा भाग म्हणून अभ्यासायला मिळाले असते.

आजच्या घडीला पूर्ण क्षमतेने काम करणारे दोन हजार उपग्रह, काम न करणारे परंतु सुस्थितीतील चार हजार उपग्रह आणि पस्तीस हजाराहून अधिक १० सें.मी. आकाराचे मोठे तुकडे व त्याहून लहान लक्षावधी तुकडे अंतराळात आहेत, असे अभ्यासकांचे अनुमान आहे. याशिवाय आंतरराष्ट्रीय स्पेस स्टेशनसारख्या वास्तूही आता अंतराळात बांधल्या जात

आहेत. मंगळावर वसाहती बांधण्याच्या दृष्टीने चाचपणीही सुरू झाली आहे. अजून काही दिवसांनी आपल्याला रात्रीच्या अवकाशात ग्रहताऱ्यांऐवजी मानवी कर्तृत्वाच्या विविध खुणाच आधी दिसण्याची शक्यता आहे.

परंपरागत पुरातत्त्व अभ्यास व अंतरिक्ष पुरातत्त्व अभ्यास यांच्यात एक मूलभूत फरक आहे. पृथ्वीवरील पुरातत्त्व अभ्यास करताना आपण या वस्तू किंवा वास्तू तेथे जाऊन प्रत्यक्ष पाहू शकतो, हाताळू शकतो. अंतरिक्ष पुरातत्त्वाच्या बाबतीत मात्र हा अभ्यास सध्यातरी परोक्ष स्वरूपाचाच आहे. पण यातदेखील एक वेगळे आव्हान व वेगळा आनंद मिळू शकतो. कालांतराने आपल्याला प्रत्यक्ष अंतराळात जाऊन या वस्तूंचा व वास्तूंचाही अभ्यास करायला मिळायची शक्यताही आहेच की!

लेख संपविण्यापूर्वी एका योगायोगाकडे आपले सर्वांचे लक्ष वेधतो.

अंतरिक्षाबाबतचे वैज्ञानिक संशोधन गेल्या काही दशकांत प्रचंड वेगाने पुढे गेले आहे. ह्यामागे अमेरिका व रशिया यांच्यातील शीतयुद्ध ही खरी प्रेरणा आहे. दुसऱ्या महायुद्धानंतर रशियाने अंतरिक्ष संशोधनात प्रगती करून आपले 'स्पुटनिक' हे अंतराळयान प्रथम अवकाशात पाठविले. अमेरिकेत त्यामुळे प्रचंड खळबळ उडाली. सत्तासमतोल प्रस्थापित करण्यासाठी अमेरिकेतील अंतराळ संशोधनाला मोठ्या प्रमाणात चालना दिली गेली, मोठी आर्थिक गुंतवणूक झाली.

अवकाशात माणूस पाठवणे, यानाबाहेर पडून अवकाशात फिरणे, महिला अंतराळवीर, अशा अनेक बाबतीत रशिया अमेरिकेच्या पुढे राहिला. पण चंद्रावर माणसाचे पाऊल उमटविण्याच्या शर्यतीत मात्र अमेरिकेने बाजी मारली. पृथ्वीवरच्या दोन



महासत्तांमधील चढाओढीच्या राजकारणाचा हा एक वेगळा पैलू. या साऱ्या संघर्षाचे अवशेष आजचे अंतरिक्ष पुरातत्त्व संशोधक अभ्यासत आहेत. आता अशीच काहीशी अंतराळ पादाक्रांत करण्याची शर्यत भारत व चीनमध्ये चालू आहे, असे दिसते. भविष्यात अंतरिक्ष पुरातत्त्वाचा अभ्यास भारत-चीन संबंधांचेही काही वेगळे पैलू उलगडण्यासाठी उपयुक्त ठरेल.

१९७० च्या दशकात पृथ्वीवरून प्रस्थान केलेल्या ‘व्हॉयेजर’ नावाच्या दोन यानांनी आता आपल्या सूर्यमालेच्या पलीकडे झेप घेतली आहे. अशा मानवरहित यानाची गाठ विश्वाच्या पसाऱ्यातील इतर बुद्धिमान जीवांशी पडण्याची शक्यता गृहीत धरून या दोन्ही यानांमध्ये मानवी संस्कृतीच्या काही खुणा आवर्जून ठेवण्यात आलेल्या आहेत. त्या अज्ञात जीवसृष्टीतही अंतरिक्ष पुरातत्त्वज्ञ असणारच की! त्यांचीही सोय बघायलाच हवी नाही का?

“आपण काय करतो आहोत हे आपल्याला माहीत असेल, तर त्याला ‘संशोधन’ म्हणता येणार नाही!” – अल्बर्ट आइनस्टाईन.

संदर्भ: ऑस्ट्रेलियातील एक ख्यातनाम अंतरिक्ष पुरातत्त्वज्ञ डॉ एलीस गोर्मन यांची मुलाखत.

§§§

लेखक : डॉ. अनिल जोशी, सेवानिवृत्त मुख्य वैद्यकीय अधिकारी, पंढरपूर नगर परिषद.

इमेल : [jaysss12@gmail.com](mailto:jaysss12@gmail.com)

(कळीचे शब्द: अंतरिक्ष विज्ञान, पुरातत्त्वशास्त्र, अंतराळातील टाकाऊ वस्तू, स्पुटनिक,

इलॉन मस्क, स्पेसेक्स, टेस्ला रोडस्टर, डिस्कव्हरी अंतरिक्षयाने)

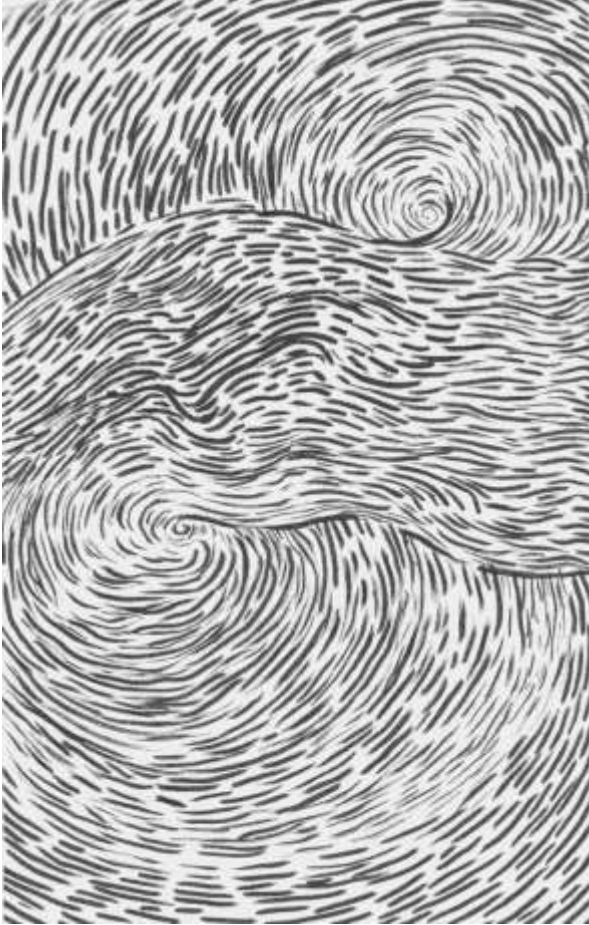
# सातवा माणूस

(भाग १)

लेखक : हारुकी मुराकामी

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

“एक मोठी लाट जवळजवळ मला ओढून घेऊन गेली.” सातवा माणूस



कुजबुजल्यासारखं म्हणाला. “सप्टेंबर महिन्यात एका दुपारी ही घटना घडली तेव्हा मी फक्त दहा वर्षांचा होतो.”

त्या रात्री गोष्ट सांगणारा तो शेवटचा माणूस होता.

रात्रीचे दहा वाजून गेले होते. त्या छोट्याशा घरात अडचणीत बसलेल्या लोकांना बाहेर अंधारात पश्चिमेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्याचा आवाज जाणवत होता. वारा इतका जोरात होता की झाडं

जोरजोरात हालत होती, खिडकीची दारं वाजत होती आणि शेवटी शिड्डी मारल्यासारखा आवाज करत वारा घरातून आरपार जात होता.

“मी तोपर्यंत माझ्या आयुष्यात इतकी मोठी लाट बघितलीच नव्हती.” तो म्हणाला, “खूप विचित्र लाट होती ती! राक्षसी लाट.” इतकं बोलून तो थांबला.

“मी त्या लाटेच्या तडाख्यातून कसाबसा वाचलो. पण त्या बदल्यात माझ्यासाठी अतिशय महत्त्वाच्या सगळ्या गोष्टी त्या लाटेने गुंडाळून दुसऱ्या दुनियेत ओढून नेल्या. आयुष्य पुन्हा रुळावर येण्यासाठी आणि या अनुभवातून सावरण्यासाठी मला अनेक वर्षे लागली. ती माझ्या आयुष्यातली खूप अनमोल वर्षे होती आणि त्यांची भरपाई आता कशानेच होणं शक्य नाही.”

त्या सातव्या माणसाचं वय पंचावन्नच्या आसपास असेल. तो उंच आणि लुकडा होता. त्याने मिशा राखल्या होत्या आणि त्याच्या उजव्या डोळ्याच्या खोबणीत छोटा पण खोल वण होता. एखाद्या चाकूच्या घावाची ती खूण असावी. त्याचे छोटे राठ केस टोचणाऱ्या पांढऱ्या गुच्छासारखे दिसत होते. विचार व्यक्त करायला शब्द सापडत नसावेत असे भाव त्याच्या चेहऱ्यावर होते. खरंतर हा भाव त्याच्या चेहऱ्यावर खूप आधीपासूनच होता... जणूकाही त्याच्या चेहऱ्याचा अभिन्न भागच! त्याने धुरकट लोकरीचा कोट घातला होता आणि त्याच्या आत निळ्या रंगाची खमीस. तो सारखा हात खमीसच्या कॉलरकडे नेत होता. तिथे जमलेल्या लोकांपैकी कोणालाही त्याचं नाव माहिती नव्हतं आणि तो काय करतो हे सुद्धा माहिती नव्हतं. त्याने घसा खाकरला आणि एक दोन क्षण त्याचे शब्द जणू शांततेत हरवून गेले. लोक त्याच्या बोलण्याची वाट पाहू लागले.

“माइयासाठी तर ती एक राक्षसी लाटच होती.” तो म्हणाला, “तुम्हा सर्वांसाठी ती कशी असेल हे मी सांगू शकत नाही. पण माइयासाठी मात्र तिने महाकाय रूप धारण केलं होतं. कोणतीही सूचना न देता ती अचानक भीमकाय रूपात माइया समोर आली आणि तीच विध्वसंक ठरली.”

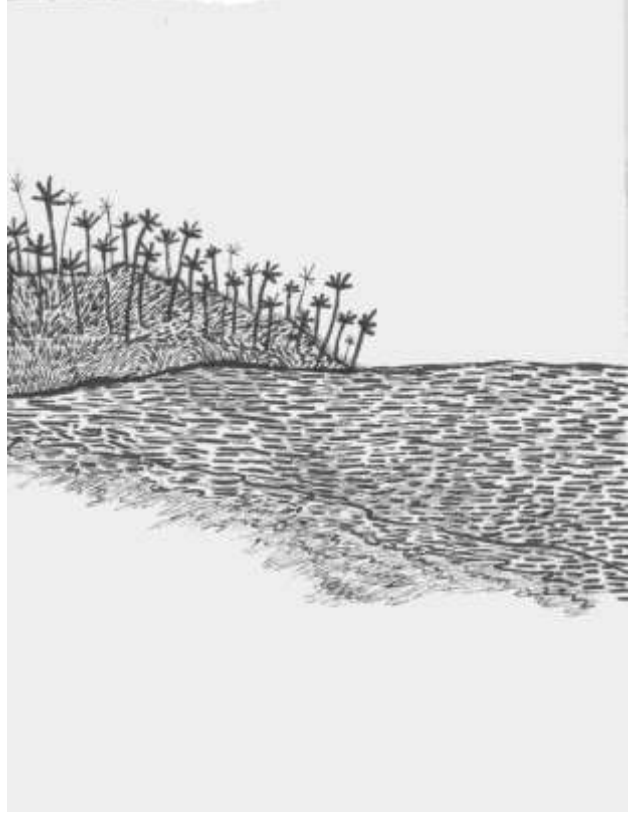
“मी समुद्र किनाऱ्यावरच्या ‘स’ शहरातच राहिलो, मोठा झालो. ते खूपच छोटं शहर होतं. तुम्ही त्याचं नाव कधी ऐकलंही नसेल. माझे वडील तिथले स्थानिक डॉक्टर होते. त्यामुळे माझं बालपण आरामात गेलं. मला आठवतंय माझा एक घनिष्ट मित्र होता. त्याला आपण ‘क’ नाव देऊ. त्याचं घर आमच्या घराच्या जवळच होतं. तो शाळेत माइया मागे एक वर्ष होता. आम्ही अगदी भावासारखे होतो... शाळेत एकत्र जायचो यायचो, एकत्रच खेळायचो. इतक्या वर्षांच्या आमच्या मैत्रीत कधी भांडण झाल्याचं आठवत नाही. खरंतर मला माइयापेक्षा सहा वर्षांनी मोठा सख्खा भाऊ होता. पण वयात अंतर होतं तसंच आमच्या स्वभावातही खूप फरक होता. त्यामुळे त्याचं माझं काही फारसं सख्य नव्हतं. भावासारखं प्रेम मला ‘क’ मित्राबद्दल वाटत असे.”

“ ‘क’ छोट्या अंगकाठीचा, लुकडा होता. त्याची त्वचा पिवळट रंगाची होती. त्याचा चेहरा मात्र एखाद्या मुलीसारखा सुंदर होता. तो थोडा तोतरं बोलायचा. त्यामुळे अनोळखी लोकांना तो जरा मंदबुद्धीचा वाटत असे. तो फारच अशक्त होता त्यामुळे मी नेहमीच शाळेत किंवा गल्लीत त्याचा रक्षक म्हणून वावरत असे. मी चांगला हड्डाकड्डा आणि ताकदवान होतो. सगळी मुलं मला वचकून असत. पण ‘क’ मला जास्त आवडत असे कारण तो मनाने अगदी निर्मळ आणि प्रेमळ होता. मंदबुद्धी तर तो अजिबातच नव्हता पण तोतरं बोलत असल्याने

शाळेत तो काही फार चांगला विद्यार्थी मानला जात नसे. बऱ्याच विषयांत तो जेमतेम पास व्हायचा. पण चित्रकलेत मात्र त्याला काही तोडच नव्हती. पेन्सिल किंवा रंग हातात येताच इतकी सुंदर चित्र काढायचा की शिक्षकही चकित व्हायचे. कित्येक स्पर्धांमध्ये त्याच्या चित्रांना वारंवार बक्षीस मिळाली होती. मला खात्री आहे की जर मोठेपणी सुद्धा त्याने चित्रकला सुरु ठेवली असती तर तो खूप मोठा प्रसिध्द चित्रकार झाला असता.

‘क’ ला समुद्राची चित्रं काढायला खूप आवडत असे. तो तासनतास किनाऱ्यावर बसून समुद्राची चित्रं काढत असे. मी पण नेहमी त्याच्याबरोबर बसून त्याच्या कुंचल्याची करामत बघत असे. मला नवलच वाटायचं.

एकदम स्वच्छ पांढऱ्या कागदावर काही क्षणातच तो चमकदार रंगांनी एखादं चित्र जिवंत कसा करतो? त्याच्याकडे चित्रकलेचं उत्तम ज्ञान उपजतच होतं याची मला आत्ता जाणीव होतेय.”



“एके वर्षी सप्टेंबर महिन्यात आमच्या भागात भयानक समुद्री वादळ आलं. रेडिओवर सांगितलं की गेल्या दहा

वर्षांत इतकं भयंकर वादळ आलेलं नव्हतं. सगळ्या शाळांना सुट्ट्या दिल्या आणि वादळाच्या भीतीने सगळी दुकानं पण बंद केली गेली. सकाळी लवकरच उठून माझ्या भावाने आणि वडिलांनी सगळे दरवाजे आणि खिडक्यांना जास्तीचे खिळे ठोकून ठेवले. इकडे

स्वयंपाकघरात आई वेळ पडली तर असावा म्हणून जास्तीचा स्वयंपाक करण्यात गुंगली. आम्ही घरातल्या सगळ्या बाटल्यांमध्ये पिण्याचं पाणी भरून ठेवलं. सगळ्या महत्त्वाच्या आणि किमती वस्तू मोठ्या पोत्यात भरून ठेवल्या. गरज वाटली तर त्या घेऊन आम्ही दुसरी कडे कुठेतरी जाऊ शकलो असतो.

वयस्कर माणसांना समुद्री वादळ म्हणजे भीतीदायक संकट वाटत होतं कारण ते त्याला जवळजवळ दरवर्षी तोंड देत होते. पण आम्हा व्यावहारिक चिंतेपासून दूर असलेल्या



मुलांना हे वादळ म्हणजे एक अद्भुत चमत्कार होता. जणू काही सर्कसच! ते बघून जरा विचित्र, अवास्तव वाटायला लागलं. मी बाहेर उभं राहून आकाशाकडे बघत होतो. थोड्याच वेळात वादळी हवा जोरजोरात वाहात धिंगाणा घालू लागली. विचित्र आवाज करत तुफान पाऊस पडू लागला. वारा आणि पावसाने घराला झोडपायला सुरुवात केली. जणू काही रेतीचाच पाउस पडतोय असं वाटत होतं. आम्ही पळत पळत घरात गेलो

आणि दारं, खिडक्या घट्ट लावून घेतल्या. एका अंधान्या खोलीत आम्ही एकमेकाला बिलगून रेडिओ ऐकत बसलो. रेडिओवर सांगत होते की या वादळासोबत फार जोराचा पाउस आलेला नाही पण तुफान वारा मात्र कहर करतोय. कित्येक घरांची छप्परं उडाली. कितीतरी जहाजं वादळात अडकून समुद्रात बुडाली. उडणाऱ्या दगड विटा लागून कितीतरी लोक जखमी झाले. रेडिओवरून लोकांना सारखं घरातच राहाण्याचं आवाहन केलं जात होतं. मध्येच आमचं घर चर्रं चर्रं आवाज करत हालत होतं, जणूकाही कोणीतरी दोन्ही हातांनी

धरून त्याला हालवतंय! एखादी जड वस्तू बंद खिडकी किंवा दरवाज्यावर आपटून मोठा भीतीदायक आवाज येत होता. बाबांना वाटत होतं की हा आवाज शेजारच्या घराची कौलं उडून पडतात त्याचा आहे. दुपारी आम्ही सगळ्यांनी आम्लेट आणि भात खाल्ला. घरातल्या एकाच खोलीत बसून आम्ही रेडिओवरच्या बातम्या ऐकत होतो आणि वादळ संपायची वाट पाहत बसलो होतो.

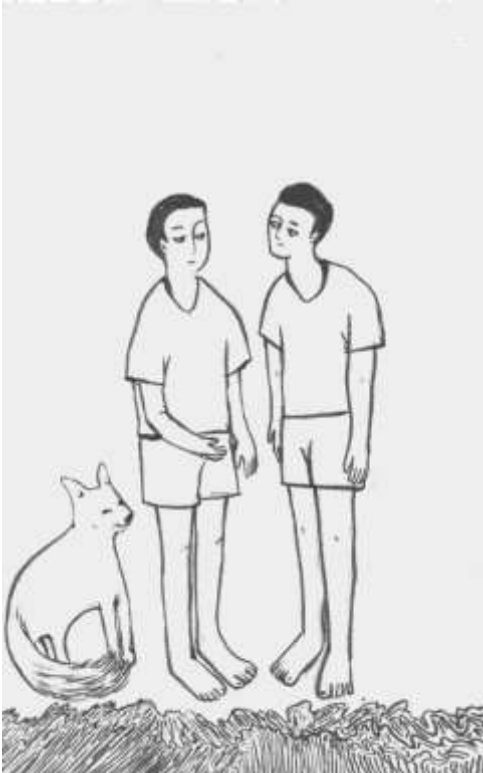
वादळी वारा अजूनही वाहतच होता. खरंतर रेडिओवर सांगत होते की आमच्या भागातून पुढे जाताना वादळाची गती मंदावली आहे. आता ते कमी वेगाने उत्तर पूर्वेकडे जाते आहे. पण तरीही तुफानी वाऱ्याचा हिंसक धिंगाणा थांबण्याचं नाव घेत नव्हता. तीव्र वेगाने वाहणारे वारे जमिनीवरच्या प्रत्येक वस्तूला उखडून धरतीच्या दुसऱ्या टोकाला नेण्याचा प्रयत्न करत होते.

वादळाच्या सर्वाधिक वेगाला आता साधारण तास होऊन गेला होता आणि अचानक सगळीकडे स्तब्धता पसरली. चहूकडे इतकी शांतता पसरली की दूर कुठेतरी बोलत असलेल्या पक्ष्याचा आवाजही स्पष्ट ऐकू आला. बाबांनी एक दरवाजा थोडासा उघडून बाहेर डोकावून बघितलं. वारा पूर्णपणे थांबला होता आणि आता पाऊसही पडत नव्हता. काळे धूसर ढग आकाशातून हळूहळू पुढे सरकत होते. आणि त्यांच्या मध्ये मध्ये निळ्या आकाशाचे तुकडे दिसत होते. अंगणातल्या झाडावरून अजूनही पावसाचं पाणी टपकत होतं. “आता आपण समुद्री वादळाच्या केंद्र स्थानी असलेल्या शांत भागात आहोत.” बाबा म्हणाले. “इथे आता काही वेळ असंच सगळं शांत राहिल. साधारण पंधरा वीस मिनिटं अशीच जातील आणि नंतर पुन्हा तुफानी वादळ पहिल्यासारखं तीव्र वेगाने परत येईल.”

मी बाहेर जाऊन येऊ का असं विचारल्यावर ते म्हणाले, “जा, घराच्या आसपासच फिरून ये. पण वादळ पुन्हा सुरु व्हायची चिन्हं दिसताच लगेच घरात परत ये.”

मी बाहेर जाऊन इकडे तिकडे बघू लागलो. इतकी शांतता होती की कोणाचा विश्वास बसला नसता की अगदी काही वेळापूर्वी इथे भयंकर वेगात वादळ आलं होतं. मी आकाशाकडे बघितलं. मला जाणवलं की या वादळाचा केंद्रबिंदू आकाशात असेल. आणि या भागात राहणाऱ्या सगळ्यांकडे रागीट नजरेने बघत असेल. खरंतर असं काहीच नव्हतं आणि आम्ही सगळे समुद्री वादळाच्या केंद्र स्थानातील शांत भागात होतो.

जेव्हा मोठी माणसं बाहेर येऊन घराच्या नुकसानीची पाहणी करत होती तेव्हा मी समुद्राकडे निघालो. रस्ताभर झाडांच्या तुटलेल्या फांद्या आणि खोडं पडली होती. काही देवदाराची खोडं तर इतकी मोठी होती की एखादा मोठा माणूस त्यांना एकट्याने हलवू पण शकला नसता. सगळीकडे छतावरच्या कौलांचा खच पडला होता. रस्त्यावर उभ्या



असलेल्या गाड्यांच्या काचांचा चुरा पडलेला होता. कुत्र्याचं घर कुठून तरी उडून रस्त्यावर येऊन पडलं होतं. असं वाटत होतं की आकाशात राहणाऱ्या सर्वशक्तीमान हाताने आपल्या रस्त्यात येणाऱ्या प्रत्येक गोष्टीला उधळून टाकलं होतं. ‘क’ ने मला समुद्रावर जाताना बघितलं आणि पळत माझ्यापाशी आला.

“कुठे चालला आहेस?” त्याने विचारलं.  
“समुद्रावर जाऊन बघून येतो.” मी म्हणालो.



मग एकही शब्द न बोलता तो माझ्या बरोबर चालू लागला. त्याचा छोटा पांढरा कुत्राही आमच्या मागे मागे चालू लागला. “वादळ परत यायचं चिन्हं दिसताच लगेच आपल्याला घरी जायचंय.” मी असं म्हणताच ‘क’ने मान डोलावली.

किनाऱ्यापासून माझं घर साधारण दोनशे मीटर असेल. किनाऱ्यावर एक दगडांची घट्ट भिंत बांधली होती. हा एक बांधच होता म्हणा ना... साधारण माझ्या उंचीचा. पाण्यापाशी जाण्यासाठी काही पायऱ्या चढून जावं लागे. इथे तर आम्ही रोजच खेळायला यायचो. त्यामुळे इथला कानाकोपरा आम्हाला चांगलाच ठारूक होता. पण त्यावेळी वादळाच्या केंद्रस्थानी असलेल्या शांत भागात असल्याने तिथलं सगळं वेगळंच वाटत होतं. मग ते आकाश असू दे, समुद्राचा रंग असू दे, लाटांचा आवाज असू दे, भरती ओहोटीचा गंध असू दे नाहीतर समुद्राचं सगळं दृश्य असू दे, आज सगळंच वेगळं होतं.

काही काळ आम्ही एकमेकांशी काहीही न बोलता त्या भिंतीवर बसून समोरचं दृश्य बघत राहिलो. आम्ही एका तथाकथित भयंकर समुद्री तुफानाच्या मध्यात होतो पण शांत लाटांमध्ये जणू काहीतरी चमत्कारिक गोष्ट दडली होती. आणि त्या दिवशी लाटा समुद्राच्या खूप आतल्या भागात होत्या. भरती ओहोटीच्या वेळेला नेहमी जिथपर्यंत लाटा येतात त्याच्याही खूप पलीकडे समुद्रात लाटा येत होत्या. त्यामुळे किनाऱ्यावर बऱ्याच दूरवर सफेद वाळू दिसत होती. जर तुटलेल्या जहाजांच्या तुकड्यांकडे दुर्लक्ष केलं तर ती जागा एखाद्या बिनासामानवाल्या रिकाम्या खोलीसारखी वाटत होती.

आम्ही भिंतीवरून किनाऱ्यावर उड्या मारल्या आणि लाटांनी किनाऱ्यावर आणून टाकलेल्या गोष्टी बघत फिरू लागलो. तिकडे वाळूवर प्लास्टिकची खेळणी, चपला, एखाद्या

टेबल किंवा खुर्चीचा मोडका लाकडी भाग, कपड्याच्या चिंध्या, विचित्र आकाराच्या बाटल्या, टोपल्या अशा अनेक गोष्टी होत्या. त्यांच्यावर विदेशी भाषेत काहीतरी लिहिलेलं होतं. वाळूत इतक्या गोष्टी पडल्या होत्या की त्या रामरगाड्यात कुठल्या वस्तूचे अवशेष कोणते हे सुद्धा समजत नव्हतं. असं वाटत होतं की उद्ध्वस्त गोष्टींचं मोठं दुकानच उघडलंय. ते समुद्री वादळ या सर्व गोष्टी कुठूनतरी लांबून घेऊन आलं होतं. आम्ही चालता चालता काही वेगळी गोष्ट दिसली की उचलून घ्यायचो. तिचं सगळ्या बाजूनी निरीक्षण करायचो. जेव्हा परत वाळूत ठेवून घ्यायचो तेव्हा 'क' चा कुत्रा त्याला हुंगून त्याचा वास घ्यायचा.

आम्ही असेच हिंडत होतो त्याला पाच मिनिटं झाली असतील तेवढ्यात मला जाणवलं की आता लाटा आमच्यापर्यंत यायला लागल्या आहेत. काहीही आवाज न करता समुद्राने त्याची लांब गुळगुळीत जीभ आम्ही जिथे उभे होतो तिथपर्यंत पसरायला सुरुवात केली होती...

(क्रमशः)

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक ११५ मधून साभार

§§§

लेखक: हारुकी मुराकामी, जपानी कादंबरीकार, कथालेखक आणि अनुवादक.

हिंदी अनुवाद: सुशांत सुप्रिय, प्रसिद्ध हिंदी कथाकार, कवी आणि अनुवादक.

चित्रे: शिवांगी सिंह, फाइन आर्टस् द्विपदवीधर.

मराठी अनुवाद: यशश्री पुणेकर, संदर्भ गटात सहभागी

(कळीचे शब्द: कथा, चक्रीवादळ, समुद्री लाटा, हारुकी मुराकामी)

# घोरासुराचे आख्यान

लेखक : सौमित्र

आता लॉक डाऊनच्या काळात दूरदर्शनवर रामायण मालिकेचे प्रसारण आपण पाहिले. त्यातली कुंभकर्णाची गोष्ट सर्वांनाच चांगली परिचित आहे. श्रीरामाच्या आणि वानरसेनेच्या चढाईमुळे चिंतित झालेल्या रावणाने सहा महिने सतत झोपणाऱ्या कुंभकर्णाला उठवायचा निर्णय घेतला. रामायणात कुंभकर्णाच्या घोरण्याचे मोठे रंगतदार वर्णन केले आहे.

त्याच्या घोरण्याच्या आवाजाने सर्व गुहा हादरत होती! उठवायला गेलेले राक्षस धडाधड पडत होते. त्यातले कित्येक जण तर त्या आवाजामुळे बेशुद्ध झाले! अनेक मोठमोठे कर्णे, भेरी, दुंदुभी इत्यादी वाजंत्र्यांचा आवाज त्या घोरण्यापुढे निष्प्रभ ठरत होता. पण या सर्व गोंधळामध्ये कुंभकर्ण मात्र गाढ झोपला होता.

कुंभकर्णाची झोप ही गाढ व सुखी झोपेचा सर्वसाधारण मापदंड मानली जाते. म्हणूनच एखाद्या गाढ झोपणाऱ्या व्यक्तीला आपण 'कुंभकर्णासारखा झोपतो', असं सर्रास म्हणतो. अनेकदा अशा दीर्घकाळ झोपणाऱ्या व्यक्ती झोपेत घोरतही असतात. सहसा या घोरण्याकडे दुर्लक्ष केले जाते.

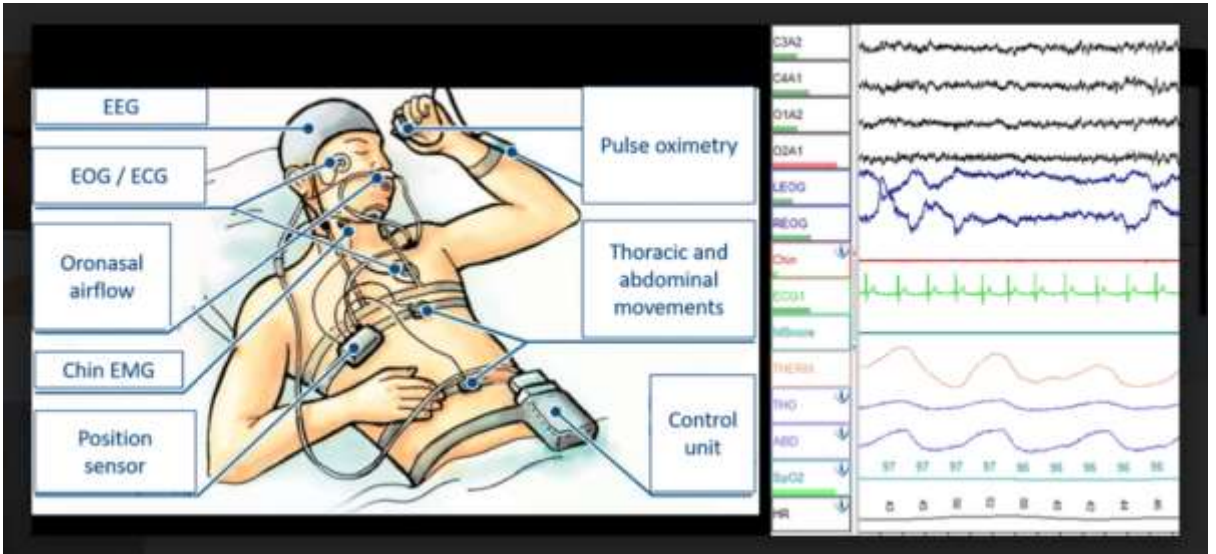
घोरण्याबद्दल आणि त्याच्यामुळे असलेल्या गाढ (?) झोपेबद्दल आपल्या समाजात अनेक समज/गैरसमज आहेत. मात्र, या घोरण्याच्या विकाराकडे वेळीच लक्ष द्यायला हवे.



अनेकांना झोपेत घोरण्याची सवय असते. परंतु अशा घोरणाऱ्यांना आपण घोरतोय हे ठाऊकही नसते. झोपेत घोरण्याच्या या सवयीमुळे अनेक शारीरिक व्याधी निर्माण होऊ शकतात. निद्राश्वसनरोध म्हणजेच 'स्लीप अॅप्निया' वेळीच ओळखायला हवा. कारण, त्यामुळे निर्माण होणारे आजार हे आयुष्यावर दीर्घकाळ परिणाम करणारे, अनेक शारीरिक समस्यांना आमंत्रण देणारे असतात. अनेकदा गाढ झोपेतील व्यक्तीला त्याच्या घोरण्याविषयी अथवा श्वास रोखला जाण्याविषयी जाणीव नसते. मात्र असे हे घोरणे त्यांच्या श्वसनमार्गावर ताण निर्माण करणारे असते. त्यामुळे शरीराला प्राणवायूचा पुरवठा कमी होतो आणि हृदयाच्या कामावरही त्याचा प्रभाव पडतो. त्यामुळे अनेकदा दिवसा दम लागणे, झोप पूर्ण होऊनही ती पूर्ण न झाल्यासारखे वाटणे, रक्तदाब वाढणे अशा अनेक समस्या निर्माण होतात. त्यामुळे उच्चरक्तदाब, हृदयविकार, श्वसनरोध, पक्षाघात अशा अनेक व्याधी जडू शकतात.

स्लीप मेडिसिन ही झोपेशी निगडित विकारांचे निदान आणि उपचार करणारी नवी अभ्यास शाखा आहे आणि पाश्चात्य देशात त्यावर संशोधनही सुरु आहे, पण आपल्या लोकांच्या मते ही सगळी 'वेस्टर्न फॅड' आहेत. आम्हा भारतीयांना याची गरज नाही. कारण बरेच लोक कधीही, कुठेही झोपू शकतात ! काही लोक तर बस किंवा आगगाडीमध्ये देखील घोरू लागतात ! घोरणे आणि अतिनिद्रा ही सौख्याची लक्षणे आहेत असा अनेकांचा गोड गैरसमज असतो. अशा झोपेत घोरणाऱ्यांना आपण घोरतोय हे ठाऊकही नसते. उलट मी घोरत नाही असा युक्तिवाद ते करत राहतात. एखाद्या व्यक्तीला तो किंवा ती घोरते हे पटवण्याचा सगळ्यात सोपा उपाय म्हणजे आपल्या मोबाइलमध्ये त्यांचा आवाज आणि शक्य झाल्यास व्हिडीओ रेकॉर्ड करून ठेवणे!

घोरणेच नव्हे तर एकंदरीत गाढ झोपेत झालेल्या अनेक गोष्टी आपल्या लक्षात राहात नाहीत. एखाद्या कारणामुळे आपण जागे झालो ही गोष्ट दुसऱ्या दिवशी उठल्यावर स्मरणात राहण्यासाठी ती वेळ कमीत कमी साठ सेकंदांची असावी लागते. तरच त्या बाबीची मेंदूमध्ये नोंद होते. आपण दहा ते वीस अथवा ३० सेकंद जागे झालो तरी त्याचे स्मरण राहात नाही. थोडक्यात जर एखादा माणूस रात्रभरात शंभर वेळा जरी उठला पण साठ सेकंदांच्या आत झोपला तर सकाळी उठल्यावर त्याला फ्रेश, ताजेतवाने वाटणार नाही, पण रात्रभरात किती वेळेला उठलात असं विचारलं तर तो म्हणेल 'एकदाही नाही'. पण आता आधुनिक तंत्रज्ञानाने पॉलीसोम्नोग्राम या चाचणी पद्धतीने कोण किती वेळेला उठला आणि कधी झोपला याचा हिशोब अगदी सेकंदापर्यंत अचूकतेने सांगता येतो. निद्राविकारांचे हे शास्त्र (सोमनोलॉजी) गेल्या चाळीस वर्षांतच विकसित झालेले आहे. तुलनेने हे नवीन शास्त्र आहे.



भारतामध्ये घोरण्याचा त्रास सहन करण्याची लोकांची मानसिकता आहे, पण पाश्चात्य देशांमध्ये घोरणे हे घटस्फोटाचे कारण न्यायालयाने सुद्धा ग्राह्य ठरवले आहे. २००९ साली ब्लूमेन या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने एक मजेदार प्रयोग केला. त्याने १६ अशा जोडप्यांची निवड केली की ज्यात नवरे घोरणारे होते. त्यांच्या बायकांची दोन रात्रीच्या झोपेच्या गुणवत्तेची

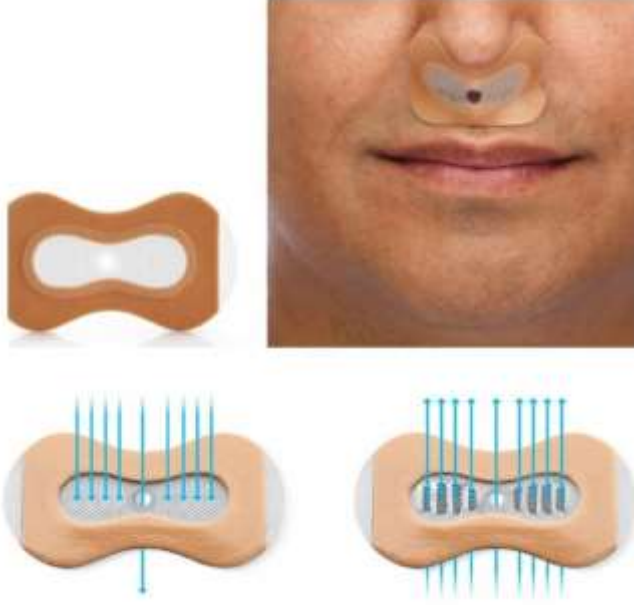
पॉलीसोमनोग्राम या पद्धतीने चाचणी करण्यात आली. एक रात्र नवरा आणि बायको एका खोलीत होते तर दुसऱ्या रात्री वेगळ्या खोलीत होते. या दोन्ही रात्रीच्या झोपेमध्ये एक महत्वाचा फरक म्हणजे घोरणाऱ्या आवाजाच्या खोलीत प्रत्येकाला सरासरी दर तासाला दोनपेक्षा जास्त वेळेला जाग येत होती. म्हणजे घोरण्याने झोपेत अडथळा येतो हे नक्की. आता त्या १६ जोडप्यांपैकी किती जणांचा घटस्फोट झाला हे मात्र संशोधकांनी सांगितले नाही !

असे असले तरी घोरणे हा आजार आहे असे अनेक लोक मानत नाहीत. प्रौढ स्त्री पुरुषांपैकी २० ते २५ % लोक झोपेत घोरतात. स्त्रीपुरुषांमध्ये वाढत्या वयाबरोबर घोरणाऱ्या लोकांची संख्या वाढतच जाते.

घोरणे म्हणजे झोपेत जीभ, टाळू आणि पडजीभ, इ. स्नायू सैल पडल्याने हवेच्या मार्गातील कंपनाने होणारा आवाज आहे. मात्र हा हवेच्या मार्गात अडथळा असल्याने झोपेत शरीरावर याचे दुष्परिणाम होऊ शकतात. हवेच्या अडथळ्याच्या प्रमाणानुसार शरीरातील रक्तातल्या प्राणवायूचे प्रमाण निम्म्याच्या खाली जाऊन हृदयविकाराचा झटका येऊ शकतो. बऱ्याच जणांना झोपेत घोरण्यामुळे श्वास अडून आचके येतात. काही लोक यामुळे उठून बसतात किंवा काहीजण कूस बदलून झोपतात. कूस बदलल्यामुळे बहुधा हा अडथळा थांबून श्वास सुरळीत होतो.

घोरण्यामुळे श्वास अडून आचके येत असतील तर डॉक्टरकडे नक्की दाखवले पाहिजे. यासाठी काही तपासण्या करून घोरण्याचे कारण आणि प्राणवायू प्रमाणाची कमतरता निश्चित करता येते. छातीच्या डॉक्टरकडून तपासणी केल्यास रात्रभराचा घोरण्याचा आलेख व कार्डिओग्राम (ईसीजी) काढता येतो. यावरून निश्चित निदान करता येते. यातील बहुतेक

लोकांना जीभ जडावल्यामुळे घोरण्याचा त्रास होत असतो. कारणाप्रमाणे यावर वेगवेगळे



उपचार उपलब्ध आहेत. जीभ जागच्या जागी रहावी म्हणून प्लॅस्टिकची आधारपट्टी किंवा शस्त्रक्रियेने घोरणे दुरुस्त करता येते. योग्य आहार, व्यायाम, प्राणायामाचे काही प्रकार, वजन कमी करणे, कुशीवर झोपणे, या साध्या साध्या उपायांनी घोरण्याचा त्रास बराच कमी होऊ शकतो. यातून उपाय न झाल्यास व

त्रास जास्त असल्यास डॉक्टरकडे अवश्य गेले पाहिजे.

बहुतेक वेळा घोरणाऱ्या व्यक्तीला पत्ताच नसतो की शरीरामध्ये काही घटना घडत आहेत, आणि त्याचा आपल्या आरोग्यावर घातक परिणाम होतो आहे.

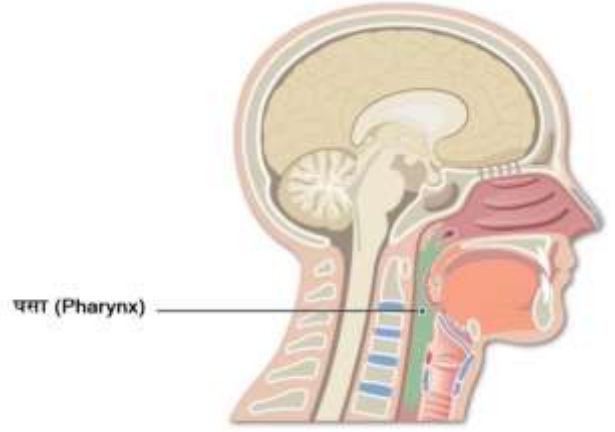
घोरण्याचे प्रकार तसेच प्रत ठरवणे महत्त्वाचे असते. आवाज किती मोठा यावर मंद, मध्य आणि तीव्र घोरणे ठरते. आवाजाच्या तीव्रतेचे मापन हे डेसीबलमध्ये होते. साधारणतः घडयाळाची टिकटिक १० डेसीबल असते तर नॉर्मल आवाजातील संवाद हे ४० डेसीबल असतात. गाडीचा हॉर्न ९० डेसीबल इतका असतो. या तुलनेत मंद घोरणे हे १० डेसीबलचे, मध्यम घोरणे ५० डेसीबलचे तर प्रचंड घोरणे ७० डेसीबल आणि त्यापुढचे असते. खोलीचे दार बंद केल्यानंतर देखील खोलीबाहेर घोरणे ऐकू येत असेल तर घोरण्याची प्रत तीव्र समजावी. लहान मुलांमध्ये मध्यम ते तीव्र घोरणे हे निश्चितच अॅबनॉर्मल मानले जाते.

मद्याच्या एका ग्लासानंतर जर घोरण्याची तीव्रता नेहमीपेक्षा जास्त असेल तर ते देखील रोगाचे कारण आहे.

## घोरणे नक्की कशामुळे होते?

हे समजण्याकरिता घोरण्यामागच्या भौतिकशास्त्राची आणि शरीराच्या, विशेषतः घशाच्या संरचनेची जुजबी माहिती करून घेऊया. घोरणे हा ध्वनी, म्हणजेच कंपनांमुळे (व्हायब्रेशन) तयार होणाऱ्या लहरी आहेत. कुठल्याही नळीमध्ये कंपन झाले म्हणजे ध्वनी निर्माण होतो. सोबतच्या आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे आपल्या नाकाच्या पाठच्या भागापासून ते पडजिभेच्या मागेपर्यंत एक स्नायूंची नळी असते.

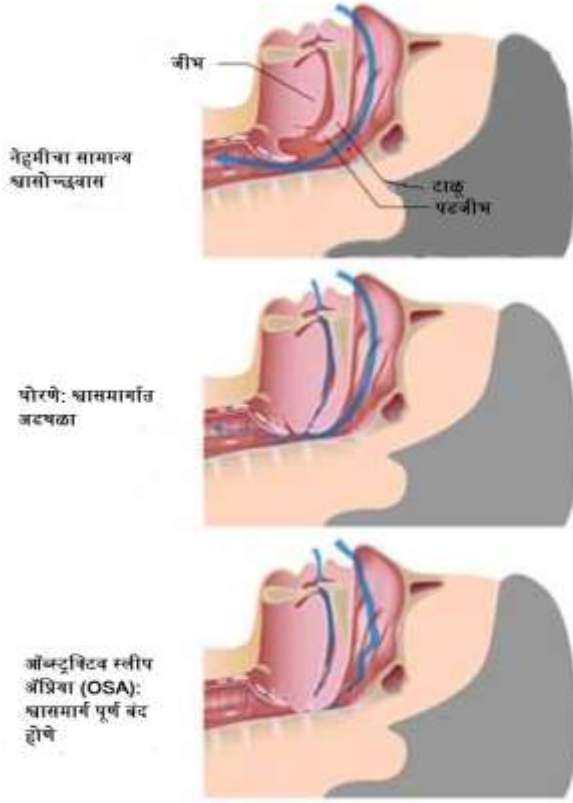
ज्याला फॅरिक्स असे म्हणतात. आपला घसा हा त्याचाच एक भाग आहे. ही नळी अस्थींची म्हणजे ताठर नसून स्नायूंची (लवचीक) असते हे लक्षात घेतले पाहिजे.



ज्याला फॅरिक्स असे म्हणतात. आपला घसा हा त्याचाच एक भाग आहे. ही नळी अस्थींची म्हणजे ताठर नसून स्नायूंची (लवचीक) असते हे लक्षात घेतले पाहिजे.

श्वासोच्छ्वास सुरू असताना ही नळी जेव्हा कंप पावते तेव्हा आवाजाचा उगम होतो. यालाच घोरणे म्हणतात. कुठल्याही कारणाने ही नळी जर अरुंद झाली तर कंपने अधिक वाढतात. म्हणजेच आवाजाची प्रत अथवा पातळी वाढते. भौतिकशास्त्रामध्ये याचे कारण बर्नोलीच्या तत्त्वाने स्पष्ट केलेले आहे. यानुसार नळीचा व्यास जितका कमी तितके घोरणे जास्त, आणि त्यामुळे नळी बंद होण्याची शक्यता जास्त! घोरणे आणि घसा बंद होणे (स्लीप ऑप्नीया) यांचा परस्पर संबंध यातून स्पष्ट होतो.





काही रुग्णांच्या मते त्यांना बऱ्याच वेळेला गाढ झोपेतून जाग येते आणि परत झोपण्यास वेळ लागतो. पण त्यांच्या घरातले सांगतात की रात्रभर ते झोपतात आणि घोरतात. नक्की काय घडतं? याचा अचूक वेध आधुनिक तंत्रज्ञानाने घेता येतो. मागे उल्लेख केलेल्या 'पॉलिसोम्नोग्राफी' या पद्धतीत रुग्णाचा मेंदू किती वेळेला त्याला उठवतो याचे अगदी दर सेकंदाला मापन करता येते. मेंदू

झोपला की लगेच घशाचे स्नायू शिथिल होतात आणि त्याची परिणती घोरण्यात होते. घोरण्याच्या दरम्यान रुग्णाच्या श्वासनलिकेतील अडथळा वाढतो. त्यामुळे छातीच्या स्नायूंना श्वास घेण्यासाठी थोडीशी जास्त मेहनत पडते. एका विशिष्ट मर्यादेनंतर मेंदू रुग्णाला उठवायचा निर्णय घेतो. थोडीशी जागृत अवस्था आल्यावर आपोआपच अडथळा कमी होतो आणि मेंदू परत झोपेच्या अधीन होतो. हे चक्र दर तासाला वीस ते पंचवीस वेळेला होते! अशा रीतीने मुद्दामून उठवल्यामुळे शरीरात अँड्रेनलीनचा स्राव होतो. त्यामुळे हृदयाची धडधड वाढते. काही जणांना झोपेमध्ये पॅनिक अटॅक्स येतात. त्याचे मूळ या 'शारीरिक' कारणात असू शकते.

आता घोरणे आणि त्याबरोबर असलेला 'स्लीप अँप्रीया' हा विकार शारीरिकरीत्या काय बदल घडवतो हे बघू.

‘प्रचंड घोरणे’ म्हणजे ७० डेसिबेल्सच्या पुढचा आवाज! साहजिकच कंपनांची शक्ती जास्त! या कंपनांचा परिणाम गळ्याच्या आजूबाजूंच्या अवयवांवर होतो. आपल्या मेंदूला रक्तपुरवठा करणाऱ्या दोन प्रमुख रक्तवाहिन्या (कॅरोटीड आर्टरीज) या अगदी घशाच्या शेजारीच असतात. प्रत्येक रक्तवाहिनीचे आतले अस्तर हे नाजूक आणि गुळगुळीत असते. त्यामुळे हृदयापासून मेंदूपर्यंत रक्ताचा प्रवाह सुरळीतपणे पोहोचतो. कुठल्याही कारणाने हे अस्तर जर खडबडीत झाले तर प्रवाहाला अटकाव होतो आणि त्या ठिकाणी ‘कॉलेस्टेरॉल’ सारखे पदार्थ साचायला सुरुवात होते. रक्तवाहिन्यांचा लवचीकपणा कमी होऊन काठिण्य वाढते. या सगळ्या प्रक्रियेला ‘अथेरोस्क्लेरोसीस’ म्हणतात. एकंदरीत रक्तप्रवाहातील अडथळा वाढू लागतो.

२०११ साली सिडनी, ऑस्ट्रेलिया येथील शास्त्रज्ञांनी कंपनी आणि अथेरोस्क्लेरोसीस यांचा प्रत्यक्ष संबंध दाखवला. यात त्यांनी सशाच्या रक्तवाहिन्यांचा वापर केला. फक्त सहा तासांच्या कंपनांनंतर आतील अस्तर फरक दाखवू लागले! त्याच्या अगोदर याच संशोधकांनी २००८ साली केलेल्या संशोधनात मानवांमध्येदेखील अप्रत्यक्षरीत्या घोरण्याची पातळी आणि अथेरोस्क्लेरोसीसचा संबंध दाखवला आहे. त्यांच्या पाहणीत मंद घोरणाऱ्यांमध्ये सरासरी २० टक्के, मध्यम घोरणाऱ्यांमध्ये ३३ टक्के तर प्रचंड घोरणाऱ्यांमध्ये रक्तवाहिन्यात अथेरोस्क्लेरोसीसचे प्रमाण तब्बल ६४ टक्के इतके वाढते!

अशा रीतीने रक्तप्रवाहात अडथळे निर्माण झाले की मेंदूला रक्तपुरवठा कमी होतो. आपण आडवे पडल्याच्या स्थितीमधून बसलो किंवा उभे राहिलो की गुरुत्वाकर्षणाने रक्तप्रवाह स्वाभाविक पायांकडे वळतो. यामुळे मेंदूला कमी रक्तपुरवठा होण्याची शक्यता निर्माण होते. हे टाळण्यासाठी एक चोख व्यवस्था निसर्गाने केलेली आहे त्याला बॅरोरिसेप्टर व्यवस्था असे

म्हणतात. उभे राहिल्यावर एका क्षणार्धात मेंदूचा रक्तपुरवठा सुरळीत करण्याचे काम हे बॅरोरिसेप्टर करतात. घोरण्यामुळे बॅरोरिसेप्टरच्या (मेंदूचा रक्तपुरवठा सुरळीत करणे) कार्यावर परिणाम होतो. पलंगावरून झटकन उठल्यावर काही लोकांना चक्कर आल्यासारखे वाटते, याचे कारण बॅरोरिसेप्टरचे काम मंदावणे हे आहे. अशा रीतीने घोरण्याने मेंदूच्या रक्तपुरवठ्यावर परिणाम होतो. दुर्दैवाने पक्षाघातासारखा भयंकर परिणाम भोगण्याची वेळ येऊ शकते .

हे दुष्परिणाम टाळण्यासाठी बऱ्याच उपाययोजना आहेत. सगळ्यात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे सर्वप्रथम घोरणाऱ्या व्यक्तींमध्ये केवळ 'घोरणे' हाच विकार आहे की त्या अनुषंगाने येणारे श्वसनाचे विकार (उदा. स्लीप अॅपनीया) देखील आहेत, हे ठरवणे आत्यंतिक गरजेचे असते. त्यानुसारच उपाय ठरवणे वैद्यकदृष्ट्या योग्य ठरते. प्रत्येक घोरणाऱ्या व्यक्तीला वैद्यकीय तपासणी जरूरीची नसते, पण काही जणांमध्ये मात्र वैद्यकीय सल्ला/तपासणी आवश्यक असते. लहान मुलांमध्ये मध्यम अथवा तीव्र घोरणारी बालके, मंद घोरणारी पण

दिवसा चंचल असलेली मुले, वर्गात झोपणारी मुले, अशा मुलांबाबत निद्रातज्ञांचा सल्ला घ्यायला हवा. गर्भार स्त्रियांमध्ये घोरण्याचे प्रमाण सातव्या महिन्यापासून वाढते. जर त्यांना



ब्लडप्रेसरचा त्रास असेल तर 'स्लीप अॅपनीया' तपासून घ्यावा. स्लीप अॅपनीया आणि गर्भारपणात वाढलेले ब्लडप्रेसर यांचा संबंध संशोधनातून निश्चितपणे पुढे आला आहे.

घोरण्यामागे अनेक प्रकारची कारणे असू शकतात. महिलांपेक्षा पुरुषांमध्ये घोरण्याचे प्रमाण अधिक दिसते. घोरणे हे काही अंशी आनुवंशिक असू शकते. मात्र लठ्ठपणा, मधुमेह, धूम्रपान, मद्यपान, मान जाड असणे, गरोदरपणा, उतारवय, नाकातील मार्गामध्ये अडथळा, थायरॉईड संप्रेरकांची कमतरता, इ. निरनिराळी कारणे यामागे असतात. वयानुसार स्नायूंमध्ये ढिलाई येते व घोरणे सुरु होते. लठ्ठपणामध्ये स्नायूंमध्ये चरबी साठून स्नायू दुबळे होतात. हे आजार नसतील तर वय झालं तरी व्यक्ती घोरत नाही.

जीवनशैलीत बदल घडवून वजन नियंत्रणात ठेवणे, धूम्रपान आणि मद्यपान टाळणे, रात्री जागरण न करणे, लवकर झोपणे, एका कुशीवर झोपणे, प्राणायाम करणे अशा काही उपायांनी सौम्य आणि मध्यम प्रतीचे घोरणे नियंत्रणात ठेवता येते. तीव्र किंवा प्रचंड घोरण्यासाठी काही वैद्यकीय उपकरणांचा वापर आणि शस्त्रक्रिया करता येतात, पण हे उपाय सर्वांसाठी नाहीत.

एकंदरीतच घोरणे हे सुखाच्या झोपेचे लक्षण नसून घोरणाच्या व्यक्तीच्या कुटुंबीयांसाठी त्रासदायक तर आहेच पण त्या माणसाच्या आरोग्यासाठीही हानिकारक आहे; तेव्हा याकडे दुर्लक्ष न करणे हिताचे.

§§§

---

लेखक: सौमित्र, नेस्ट फार्मा कंपनीत कार्यरत, भाषांतराची आवड.

(कळीचे शब्द: घोरणे, झोपेचे विकार, स्लीप अॅप्निया, स्लीप मेडिसिन, घोरण्याची कारणे आणि उपचार, घोरण्याचे प्रकार, पॉलीसोम्नोग्राम, निद्राविकारांचे शास्त्र, सोम्नोलॉजी)

# केशकथा

लेखक: सुशील जोशी अनुवाद: गौरी गोळे-लिमये

डोक्यावरचे केस पटकन वाढतात, पण शरीरावरचे केस इतक्या पटकन वाढत नाहीत. असे का होत असेल ?

या प्रश्नाचे साधेसरळ उत्तर असे आहे की, शरीरावरच्या आणि डोक्यावरच्या केसांचे मूलभूत गुणधर्म विभिन्न आहेत. आता ही 'केशकथा' विस्ताराने बघू.

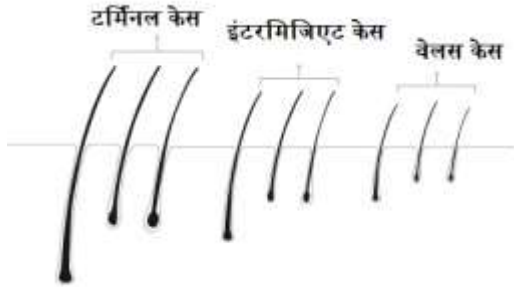


## केसांचे मूलभूत गुणधर्म आणि विकास

माणसाच्या शरीरावर दोन प्रकारचे केस असतात. पहिल्या प्रकारच्या केसांना वेलस (vellus) केस म्हणतात आणि शरीराचे काही भाग सोडल्यास बाकी संपूर्ण शरीरावर या प्रकारचे केस असतात. यांना आपण अंगावरील लव किंवा रोम म्हणू शकतो. (रोमांचित होणे या शब्दांशी संबंधित). हे केस खूप पातळ, छोटे, रंगहीन आणि जवळजवळ पारदर्शक असतात. दुसऱ्या प्रकारच्या म्हणजे डोक्यावरच्या आणि काही विशिष्ट भागावरच्या केसांना

टर्मिनल केस असे म्हणतात. या प्रकारचे केस लांब, मोठे असतात आणि त्यांना स्वतःचा रंग असतो.

डोक्यावरचे केस आणि शरीरावरील प्रकर्षाने दिसून येणारे केस हे टर्मिनल प्रकारचे



केसांचे वेगवेगळे प्रकार

केस असतात. दोहोंची रचना समानच असते.

त्वचेच्या पृष्ठभागावर खड्ड्यांसारखी रचना

असते. त्यात या दोन्ही प्रकारच्या केसांचा काही

भाग रूतलेला असतो. याला फॉलीकल असे

म्हणतात. फॉलिकलमध्येच कोशिकांचे विभाजन

होते. खरे तर वेलस केसांची रचना टर्मिनल केसांप्रमाणेच असते, पण यांच्यात प्रमुख फरक

त्यांच्या वाढीच्या चक्रानुसार पडतो.

## केसांच्या वाढीच्या अवस्था

वेलस आणि टर्मिनल दोन्ही प्रकारच्या केसांच्या वाढीच्या तीन अवस्था असतात--  
अॅनाजेन, कॅटाजेन आणि टिलोजेन.

अॅनाजेन या अवस्थेत केसांच्या फॉलिकलमधील कोशिकांचे जलद गतीने विभाजन होते आणि त्या केसांना वरच्या बाजूला ढकलतात. हे केस त्वचेला भेदून बाहेर येतात, पण तोपर्यंत मृत पावतात. परंतु, खालच्या फॉलिकलमध्ये बनणाऱ्या नव्या कोशिका त्यांना वर ढकलत राहतात आणि त्यामुळे केस वाढत राहतात. जोवर अॅनाजेन या अवस्थेत फॉलिकल राहतात, तोवर कोशिका विभाजित होत राहतात आणि केस वाढत राहतात. एखाद्या व्यक्तीचे साधारण ८० टक्के केस या अवस्थेत असतात.

यानंतर कॅटाजेन अवस्था येते. काही कारणांमुळे कोशिकांची वाढ होणे थांबते आणि त्यासोबत केसांची वाढ होणेही थांबते. ही अवस्था साधारण दोन आठवड्यांची असते. या अवस्थेत फॉलिकलला जोडला गेलेला केस कोशिकांपासून तुटतो. त्याला मिळणारे पोषण थांबते आणि तो शेवटी गळून पडतो. यानंतर फॉलिकल काही काळ जणू विश्रांती घेतात. या अवस्थेला टिलोजेन अवस्था म्हणतात. इथे केस गळतात, नव्याने केस येणे थांबते. पण टिलोजेन अवस्था संपल्यावर पुन्हा फॉलिकल कोशिकांचे विभाजन सुरु होते. केसाच्या खोबणीची जागा मरू होते आणि दोन आठवड्यात त्यातून केस बाहेर येऊ लागतो आणि परत नव्याने हेच चक्र चालू राहते.

---

### चौकट १ व्यक्ती तितक्या प्रकृती

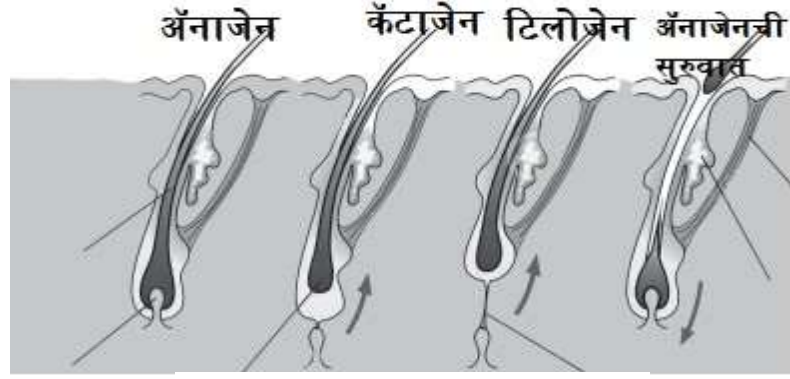
केसांच्या वाढीचा वेग हा व्यक्तीचे वय, आनुवांशिकता आणि इतर असंख्य पर्यावरणीय घटकांनुसार बदलतो. सहसा असे म्हटलं जातं की दरमहा केस साधारण १ सें.मी. वाढतात; पण सगळे केस एकाच वेळी वाढत नाहीत. डोक्यावरचे केस दरमहा ०.६ सें.मी. ते ३.३६ सें.मी. च्या दरम्यान वाढतात. डोक्यावरच्या केसांची वाढ काही प्रमाणात वयावर अवलंबून असते (वय वाढल्यावर वेग मंदावतो). पूर्वी असा समज होता की आशियायी लोकांच्या केसांपेक्षा कॉकेशियन लोकांच्या केसांची वाढ लवकर होते आणि महिलांच्या केसांचा वाढीचा दर पुरुषांच्या तुलनेत जास्त आहे. पण अलीकडील संशोधनात असे दिसून आले आहे की पुरुष आणि स्त्रियांमधील केसांच्या वाढीच्या दरात लक्षणीय फरक नाही. आणि फ्रेंच कॉकेशियन्स आणि पश्चिम आणि मध्य आफ्रिकन लोकांच्या केसांपेक्षा चीनी लोकांचे केस लवकर वाढतात.

---

अर्थात यावरून हे स्पष्ट होते की, केसांची लांबी अॅनाजेन या अवस्थेवर अवलंबून असते. डोक्यावरच्या केसांसाठी ही अॅनाजेन अवस्था तीन ते पाच वर्षे इतक्या कालावधीची असते. यानंतर कॅटाजेन अवस्था जवळजवळ १-२ आठवड्यांची आणि टिलोजेन अवस्था ३ ते ४ महिन्यांची असते. सर्व केस अशा विविध अवस्थांत असतात. अॅनाजेन अवस्थेत

केस दर वर्षाला १५ सेंमी इतके वाढतात.(म्हणजेच दर दिवसाला अर्ध्या मिलीमीटरपेक्षा थोडी कमी लांबी).

याचा अर्थ असा की, जर एखाद्या व्यक्तीच्या केसांची अॅनाजेन अवस्था ५ वर्षे राहिली, तर त्या व्यक्तीचे केस ७५ सेंमी म्हणजे अडीच फूट इतके लांब वाढतील आणि अॅनाजेन अवस्था जर तीन वर्षे



केसांच्या वाढीच्या अवस्था

राहिली, तर केसांची लांबी जास्तीत जास्त ४५ सेंमी म्हणजेच दीड फूट इतकी होईल. असे मानले जाते की, अॅनाजेन अवस्थेचा काळ हा आनुवंशिक घटकांवर अवलंबून असतो. आणि यामुळेच काही स्त्रियांचे केस लांबसडक असतात तर काहींचे फारसे वाढत नाहीत.

## शरीरावरील आणि डोक्यावरील केस

शरीरावरील आणि डोक्यावरील केस यांच्यातील प्रमुख फरक अॅनाजेन अवस्थेतील कालावधीतील फरकांमुळे असतो. शरीरावरील केसांच्या अॅनाजेन अवस्थेचा काळ काही आठवड्यांचा असतो. साधारणपणे ही अवस्था ४ आठवडे म्हणजे २८ दिवसांची असते. याचा अर्थ रोज अर्ध्या मिलिमीटरच्या हिशेबाने शरीरावरचे केस या कालावधीत १४ मिमी म्हणजे जवळजवळ दीड सेंमी लांब होऊ शकतात. म्हणूनच शरीरावरचे केस लांब होऊ शकत नाहीत, कारण त्यांची अॅनाजेन अवस्था खूप कमी कालावधीची असते. पण प्रश्न हाच तर आहे की, शरीरावरील केसांची ही अॅनाजेन अवस्था इतक्या कमी कालावधीची का आहे?



चला तर, या निमित्ताने या केशवाडमयावर नजर टाकू. डोक्यावरच्या केशांची दीर्घ



शरीरावरील व डोक्यावरील केशांच्या  
लांबीमधील फरक

काळ असणारी अॅनाजेन अवस्था आणि शरीरावरील केशांची कमी कालावधीची अॅनाजेन अवस्था यांच्या अभ्यासासाठी अनेक सिद्धान्त मांडले गेले आहेत. पण हे तथाकथित सर्वच सिद्धान्त बिनचूक म्हणावेत असे नसल्याने ते सप्रमाण सिद्ध करता येत नाहीत.

## शरीरावरील केशांचे फायदे

हे सिद्धान्त काही बाबतींत एकमत दर्शवतात.

शरीरावर केश असल्याने शरीराचे तापमान स्थिर राखणे सोपे जाते, हा मुद्दा जवळजवळ सर्व सिद्धान्त मान्य करतात. केश गुणधर्माने उत्तम उष्णतावाहक असतात. पण केशांची दाटी असेल, तर त्यात हवा बंदिस्त होते. ही हवा उष्णतावाहक नसते. त्यामुळे अंगावर केश असणाऱ्या प्राण्यांना त्याचा फायदा असा मिळतो की, त्यांच्या शरीरात निर्माण होणारी उष्णता बाहेर जात नाही आणि त्यांना थंडी वाजत नाही. जरी हवामान थंड झाले तरी ते अधिक सक्रिय राहू शकतात, अधिक अन्न मिळवू शकतात, अधिक सशक्त राहतात आणि त्यांचे प्रजननही अधिक होते.

पण जर हवामान उष्ण झाले, तर त्यांच्यासाठी ती प्रतिकूल अवस्था ठरते. त्यांना दिवसभर सावलीत बसून सूर्य मावळायची वाट बघावी लागते. हे प्राणी आपल्या सावजाचा

पाठलाग करून शिकार करू शकत नाहीत. कारण या हालचालीदरम्यान त्यांच्या शरीरात खूप उष्णता निर्माण होते आणि केसांच्या आवरणामुळे ही उष्णता बाहेर टाकली जात नाही.

एक सिद्धान्त असे सांगतो, अनेक वर्षांपूर्वी इतिहासात अशी एक अवस्था आली होती. थंड हवामानानंतर उष्णतेची लाट आली होती. त्या वेळी ज्या प्राण्यांच्या अंगावर कमी केस होते, ते अधिक बलवान ठरले. पण त्यांच्या बलवान असण्यासाठी अजून एक अट होती. त्यांच्या शरीरातील उष्णतेपासून त्यांचा बचाव करण्यासाठी काही मार्ग असणे. मग ही उष्णता घामावाटे बाहेर टाकणे हा असाच एक मार्ग बनला. सस्तन प्राण्यांमध्ये मनुष्याच्या आकारातील अन्य प्राण्यांत घामाची व्यवस्था दिसत नाही.

उत्क्रांती शास्त्रज्ञांच्या मते होमो वंश हा सुमारे २ दशलक्ष वर्षांपूर्वी पूर्व आफ्रिकेत जन्मला. त्यांनी शिकार करण्याची नवीन तंत्रे आखली. उच्च प्रथिनयुक्त आहारामुळे मानवात शरीराच्या आणि मेंदूच्या आकारात उत्क्रांती झाली. विषुववृत्तीय प्रदेशात दिवसा शिकार करताना शरीराच्या आकारात वाढ झाल्यामुळे उष्णता वेगाने काढून टाकण्याची गरज वाढली. परिणामी, मानवामध्ये घाम येण्याची क्षमता विकसित झाली आणि त्यामुळे शरीरावरील केस कमी झाले.

या संदर्भात आणखी एक तथ्य म्हणजे, गवताळ मैदानी प्रदेशांतील सस्तन प्राण्यांमध्ये लहान आकाराच्या प्राण्यांना केस असतात आणि मोठ्या आकाराच्या प्राण्यांना मात्र केस नसतात. हे मोठ्या आकाराचे प्राणी त्यांच्या शरीराची मोठी चण असण्याच्या जिवावर स्वतःला गरम ठेवू शकतात.

आता या हिशोबाने, माणसाच्या शरीरावर खूप केस असायला हवेत, कारण त्याच्या आकाराच्या इतर सस्तन प्राण्यांमध्ये शरीरावर खूप केस आढळतात. तर हा फरक माणसाच्या

द्विपाद असण्याने पडतो. बाकीचे सस्तन प्राणी चतुष्पाद असतात. जेव्हा माणूस दोन पायांवर चालायला लागला तेव्हा त्याच्या शरीराच्या काही भागावर सरळ ऊन पडू लागले. त्याला त्याचसोबत घामही येऊ लागला होता. मग त्या भागांवरील केस ४० टक्क्यांपर्यंत कमी झाले. अशातऱ्हेने माणसाच्या शरीरावरील केस हळूहळू कमी होत गेले.

पण हा सिद्धान्त प्रमाण मानला, तर डोक्यावरचे केस कसे काय शिल्लक राहिले, हा प्रश्न उभा राहतो. कारण द्विपाद असले तरी डोक्यावर ऊन पडतेच ना !

आणखी एक विचार या बाबतीत मांडला गेला आहे की, केसांत काही परजीवी निवास करू शकतात. यामुळे एक बाजूने थंडीपासून बचाव करण्यासाठी होणारा केसांचा फायदा कमी होत होता आणि दुसऱ्या बाजूला हेच केस परजीवी प्राण्यांना आश्रय देऊन आपल्यासाठी धोका निर्माण करत असल्याने, केसांपासून सुटका करून घेणेच शरीरासाठी फायद्याचे ठरले. याचा परिणाम म्हणून केस कमी झाले असावेत.

माणसाच्या शरीरावरील कमी केसांच्या बाबतीत आणखी एक सिद्धान्त असा सांगितला जातो की, प्राचीन काळात माणसाला खूप कालावधी पाण्यात घालवावा लागला होता. केसांमुळे पाण्यात हालचाली करायला अडचणी येत होत्या. यामुळे अंगावर कमी केस असलेल्या मानवी सदस्यांचे वर्चस्व वाढले.

मग प्रश्न असा पडतो की, मानवी शरीरावरील सर्व केस नष्ट का झाले नाहीत? आपण सर्व हे जाणतोच, की शरीराच्या काही भागावर कायम केस असतातच. शरीरावरील या केसांचे एक वैशिष्ट्य आहे. यांना अँड्रोजेनिक केस म्हणतात, कारण अँड्रोजेन या संप्रेरकामुळे (हार्मोन) ते वाढतात. शरीरात या संप्रेरकाचे प्रमाण पौगंडावस्थेपासून वाढायला लागते, आणि परिणामी शरीराच्या विविध भागांवर या प्रकारचे केस वाढायला लागतात.

स्त्रिया आणि पुरुषांच्या शरीरावरील केसांमधील फरक हा वयात येताना झालेल्या त्यांच्या शरीरातील संप्रेरकांच्या पातळीतील बदलांमुळे असतो. पौगंडावस्थेत मुले वयात येताना टेस्टोस्टेरॉन हे संप्रेरक शरीरात तयार होते, त्यामुळे शरीराच्या काही भागांतील वेलस केस टर्मिनल केसांमध्ये रूपांतरित होतात. या संप्रेरकामुळे वयात येताना मुलगा आणि मुलगी दोघांच्याही काखेत आणि जांघेमध्ये केस वाढतात. परंतु, स्त्रियांच्या शरीराच्या इतर भागात वेलस प्रकारच्या केसांचे प्रमाण जास्त राखले जाते, तर पुरुषांच्या अंगावर चेहरा (दाढी-मिशा), छाती, पाठ, हात, पाय अशा ठिकाणी टर्मिनल केसांची वाढ होते.

टेस्टोस्टेरॉन या संप्रेरकाचे प्रमाण मुलगांच्या शरीरात मुलींच्या शरीरापेक्षा जास्त असते. यामुळे त्यांच्या शरीरावर केस अधिक प्रमाणात आणि अधिक भागांवर असतात. स्त्री आणि पुरुष यांच्यातील हा मुख्य फरक आपल्या शारीर जोडीदार निवडीच्या बाबतीत काही विशिष्ट भूमिका निभावतो, असेही एक अभ्यास सांगतो. पण या बाबतीतील संशोधन विशिष्ट निष्कर्षपर्यंत पोचू शकलेले नाही.

पण काही वेळेला स्त्रियांच्या शरीरात टेस्टोस्टेरॉनचे प्रमाण वाढते आणि त्यांच्या शरीरावर चेहरा, हनुवटी (दाढी-मिशा), स्तन, पाठ अशा ठिकाणी पुरुषांसारखे केस उगवतात. या स्थितीला हरस्युटिझम असे म्हटले जाते. रजोनिवृत्तीच्या काळात बऱ्याचदा स्त्रियांमध्ये ही परिस्थिती आढळून येते. स्त्रियांमध्ये आढळणाऱ्या पॉलिसिस्टिक ओव्हेरियन सिंड्रोम या विकारामध्ये सुद्धा स्त्रियांच्या चेहऱ्यावर अशा प्रकारे केस वाढू शकतात.

शरीरातील काही भागांवरील केस विशिष्ट कार्य निभावतात. जसे की पापण्यांचे केस डोळ्यांत धूळ जाण्यास प्रतिबंध करून डोळ्यांचे संरक्षण करतात. भुवईचे केस कपाळावरील घाम डोळ्यात जाण्यापासून रोखतात. असेही म्हणतात, की काखेतील केसांमुळे हात

हलवताना होणारे घर्षण कमी होते. जघनक्षेत्रातील केस त्या भागात निर्माण होणारा गंध रोखून ठेवतात.

यावरून असे लक्षात येते की, शरीरावरील केसांच्या अनुषंगाने अनेक धारणा प्रचलित आहेत आणि त्यातल्या बऱ्याचशा निव्वळ समजूतीच आहेत आणि यावर अभ्यास करायला मैदान अजूनही मोकळे आहेच. तर आपणही या अभ्यासात आपला सहभाग का नोंदवू नये?

---

### चौकट २ केसांबाबत काही आकडेवारी

- माणसाच्या शरीरावर सरासरी ५० लाख फॉलीकल असतात आणि ती जन्मापासूनच असतात.
- मानवी डोक्यावर जवळजवळ १ लाख फॉलीकल असतात.
- डोक्यावरील केस वर्षाला साधारण ६ इंच इतके वाढतात.

---

हिंदी संदर्भ १२० मधून साभार.

§§§

---

लेखक: सुशील जोशी, एकलव्यच्या स्रोत फिचरशी संबंधित, विज्ञान शिक्षक, लेखक.

अनुवाद: गौरी गोळे लिमये, नाट्य आणि संगीत कलाकार, भाषा अभ्यासक, अनुवादक.

इमेल: [gauri.gole@gmail.com](mailto:gauri.gole@gmail.com)

(कळीचे शब्द: माणसाच्या शरीरावरील केस आणि त्यांचे प्रकार, शरीरावरील आणि

डोक्यावरील केस यातील फरक, शरीरावरील केसांचे फायदे)



# इ- शैक्षणिक संदर्भ



## आता सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

- २०१८ सालामध्ये शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करण्याची सुरुवात केली आहे आणि आपला त्यास भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.
- आपल्याला इ-अंक हवा असल्यास संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरून ([www.sandarbhsociety.org](http://www.sandarbhsociety.org)) डाऊनलोड करू शकता, किंवा sandarbh.marathi@gmail.com या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता व व्हॉट्सप क्रमांक आम्हाला कळवावा.
- इ-अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की, आपला सहभाग वार्षिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.
- देणगीसाठी तपशील
  - ❖ रोख रक्कम कार्यालयात जमा करू शकता.
  - ❖ चेक किंवा डी डी : 'संदर्भ सोसायटी' या नावाने पुणे येथे वटणारा असावा.
  - ❖ इ-पेमेंट : Sandarbh Society  
Account No.: 20047006634  
Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune  
IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक,  
६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूमच्या मागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे- ४.  
फोन: ०२०-२५४६०१३८ (स. १० ते संध्या. ५, सोम. ते शनि.)