

मौनाची भाषांतरे

मुक्या मनाचा कल्लोळ लुळ्या देहात कोंडला ।

कोंडी फोडूनी आकाशी झेपायाला आसावला ॥

मध्यंतरी 'गुज़ारिश' नावाचा हिंदी सिनेमा आला होता. त्याचा नायक हातापायांनी लुळा होता. त्याला आपल्या लुळेपणातून सुटका व्हावी म्हणून इच्छामरण हवं होतं. त्यासाठी त्याने न्यायसंस्थेशी केलेल्या झुंजीची नाट्यपूर्ण कहाणी त्या चित्रपटात सांगितली आहे.

पण त्या नायकाला बोलता येत होतं; न्यायालयात आपली कैफियत मांडता येत होती; प्रेयसीला मागणी घालता येत होती! तरीही त्याला मरण हवं होतं.



जाँ डॉमिनीक या फ्रेंच लेखकाची जिद्द त्याहून कितीतरी मोठी होती. त्याला वयाच्या त्रेचाळिसाव्या वर्षी अर्धागाचा किंवा 'पूर्णागा'चा जबरदस्त झटका आला. त्यातून जाग आली तेव्हा त्याला ना हालता येत होतं ना बोलता! त्याला फक्त डावी पापणी हालवता

येत होती. ती पापणी एकदा हालवून होकार कळवायची सांकेतिक भाषा वापरून त्याने त्याच्या नेहमीच्या लेखनिकेशी संवाद साधला. तिने मुळाक्षरं उच्चारवी आणि त्याने त्यांच्यातून हवं ते अक्षर निवडायला लवत्या पापणीचा कौल द्यावा अशा पध्दतीने त्याने आपलं मनोगत सांगितलं आणि तिने लिहून घेतलं. दिवशी चार तास असं लेखन चाललं. दहा महिन्यांत, एकूण दोन लाख वेळा पापणी हालवून त्याने एक पूर्ण कादंबरी सांगितली!

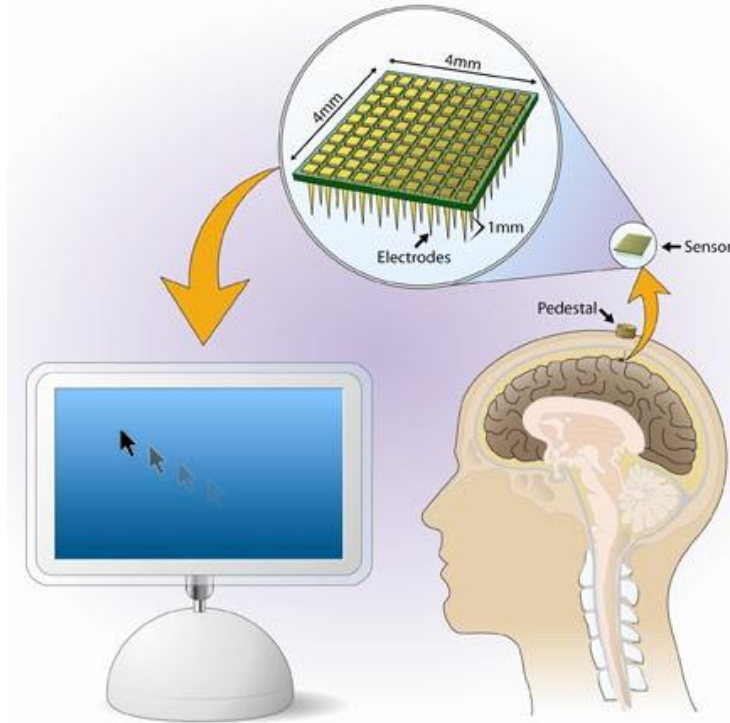
जांच्या स्थितीला वैद्यकशास्त्रात 'locked-in-state' असं नाव आहे. ती माणसं आपल्याच लुळ्या देहात कैद होऊन पडतात. अलेक्झांडर इ्यूमाच्या 'द काउंट ऑफ मॉन्टे क्रिस्टो' या गाजलेल्या कादंबरीत अशाच एका 'जिवंत डोळ्यांच्या प्रेता'बद्दल लिहिलं आहे. त्या माणसाने तर फक्त पापण्या हालवून आपलं मृत्युपत्र बदललं आणि एक मोठं कारस्थान हाणून पाडलं.



पंचवीस वर्षांच्या मॅथ्यू नेगलवर दोन हजार साली सुरीहल्ला झाला. त्यात तो पूर्णपणे लुळा, locked-in किंवा 'कैदमती' झाला. त्याच्याकडे कुणी निष्ठावंत लेखनिका नव्हती. पण त्याला संशोधकांची साथ मिळाली. उमद्या मनाचा मॅथ्यू एका

प्रयोगासाठी 'गिनी पिग' व्हायला तयार झाला. शास्त्रज्ञांनी २००५ साली त्याच्या कवटीच्या आत, मेंदूमध्ये वेगवेगळ्या ठिकाणी इलेक्ट्रोड्स बसवले आणि ते संगणकाला जोडले. त्यांनी दिलेलं शिक्षण आणि मॅथ्यूचा दुर्दम्य उत्साह यांमुळे, हातपाय अजिबात हालत नसतानाही, केवळ एकाग्रचित्त वापरून तो त्या संगणकाला आज्ञा द्यायला शिकला. संगणक त्याच्यासाठी दिवे लावत असे; ई-मेल पाठवत असे आणि टीव्ही देखील सुरू करत असे. डॉक्टर त्याला रोज सकाळी त्याच्या परिस्थितीविषयी, शुश्रूषेविषयी एक प्रश्नावली देत. मॅथ्यू दिवसाभरात संगणकाच्या साहाय्याने त्या प्रश्नावलीची उत्तरं लिहून ठेवत असे.

पूर्वी ऋषीमुनी आपल्या योगसामर्थ्याने अशी किमया करत. आताच्या काळात शास्त्रज्ञांनी ही जादू कशी केली? कसं जमलं त्यांना हे?



विचारलहरी

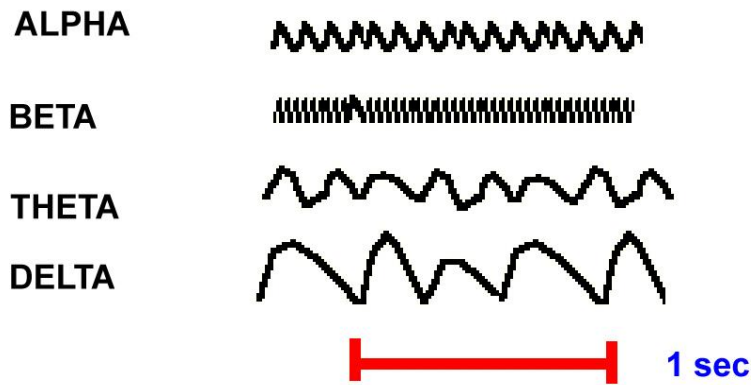
हे केवळ Brain-Computer-Interface ऊर्फ BCI म्हणजे मेंदू-संगणक-संवादामुळे जमलं. जेव्हा आपण कुठलीही क्रिया करतो तेव्हा मेंदू आज्ञा देतो; ती आज्ञा

वीजप्रवाहांच्या रूपात विविध नसांमधून अनेक स्नायूंपर्यंत पोचते; ते स्नायू योग्य ते सांधे योग्य त्या दिशेने आणि योग्य त्या क्रमाने हालवतात आणि क्रिया घडते. पूर्ण शरीर लुळं पडलेल्या माणसांचे स्नायू कामच करत नाहीत. अशा वेळी संगणकाशी मैत्री जुळवून मेंदूची आज्ञा तडक संगणकात पोचवली तर संगणक ती आज्ञा यंत्रांना पोचवतो आणि हातापायांच्या नसा, स्नायू वगैरेंच्या मदतीशिवाय यांत्रिक हात, चाकाची खुर्ची, टीव्ही, दिवे यांची कामं करून घेता येतात. मनातल्या विचारांचं असं संगणकी भाषांतर करून यांत्रिक क्रिया करवून घेणं म्हणजेच मेंदू-संगणक-संवाद किंवा BCI.

कसा होतो हा संवाद?

हा संवाद घडवून आणण्यापूर्वी शास्त्रज्ञांना मेंदूच्या कामाचा अभ्यास करावा लागला.

मन, बुद्धी, विचारशक्ती यांच्याबद्दल माणसाला अगदी पुरातन काळापासूनच कुतूहल होतं. त्या रहस्यमय दालनाचं एक कवाड १९२४ साली उघडलं. बर्गर नावाच्या शास्त्रज्ञाला मेंदूतल्या वीजप्रवाहाची नोंद करणं जमलं. मेंदूचं काम त्याच्या पेशींकडून पेशींकडे वाहणाऱ्या विद्युत्-संदेशांमुळे चालतं. बर्गरने रुग्णांच्या केसांचे वेगवेगळ्या ठिकाणी अनेक भांग पाडून, त्यांत डोक्याच्या त्वचेवर विद्युद्वाहक जेली लावून तिथे इलेक्ट्रोड्स बसवले आणि मेंदूच्या निरनिराळ्या विभागांतल्या वीजप्रवाहांची नोंद केली; त्यांचा आलेख काढला.



रुग्णालयात नेहमी काढला जाणारा ECG हा जसा हृदयातल्या वीजप्रवाहाचा आलेख म्हणजेच हृदयस्पंदनालेख असतो तसाच हा मेंदूचा विद्युत्-आलेख किंवा Electro-Encephalo-Gram रूफ EEG.

EEGमध्ये अनेक प्रकारच्या विद्युत्-लहरी दिसतात. त्यांतल्या मुख्य चार लहरी म्हणजे आल्फा, बीटा, डेल्टा आणि थीटा. त्यांच्या लहरींची गती(frequency) म्हणजे दर सेकंदाला येणाऱ्या लहरींची संख्या हर्ट्झमध्ये मोजली जाते.

डोळे झाकून स्वस्थ बसलेल्या मोठ्या माणसांमध्ये मुख्यत्वे आल्फा लहरी(८ ते १२ हर्ट्झ) दिसतात. माणूस डोळे उघडून विचार करायला लागला की त्या लहरींची उंची विचाराच्या प्रमाणात घटते. त्यावरून माणूस बुद्धी वापरायचा प्रयत्न करतो आहे की नाही हे समजतं.

बीटा लहरी(१२ ते ३० हर्ट्झ) हातापायांच्या, स्नायूंच्या हालचालींशी निगडित असतात. मेंदूने हातपाय हालवायची आज्ञा केली की त्या लहरींची उंची कमी होते.

म्यू लहरींना (५ ते ११ हर्ट्झ) देखील स्नायूंच्या हालचालींशीच कर्तव्य असतं.

डेल्टा(<४ हर्ट्झ) या सगळ्यात मंदगती लहरी बहुधा तान्ह्या मुलांत दिसतात. जसं वय वाढतं तशा त्या नाहीशा होतात. मोठेपणी तर त्या फक्त अतिगाढ झोपेतच आढळतात. मोठ्या माणसांत जागेपणी डेल्टा लहरी दिसणं हे मज्जासंस्थेच्या आजाराचं लक्षण आहे.

थीटा लहरी(४ ते ७ हर्ट्झ) सगळ्या वयात दिसतात पण त्या लहान मुलांत अधिक प्रमाणात असतात. मोठी माणसं पेंगुळली की त्या दिसू शकतात. पण त्यांचं महत्वाचं नातं आहे ते तल्लीनतेशी, तंद्रीशी. मनात कठीण गणित किंवा कूटप्रश्न सोडवणं, ध्यान करणं याच्याशी या थीटा लहरींचा संबंध आहे.

EEG मुळे निरोगी माणसाच्या वीजप्रवाहांचा आलेख समजला; आकडी येताना किंवा वेडाचा तीव्र झटका येताना त्या आलेखात कोणते दोष निर्माण होतात ते दिसून आलं

आणि ते दोष कुठल्या उपचारांनी दूर करता येतात ते शोधणं जमलं. हे तंत्र सोपं, स्वस्त आणि सुटसुटीत असतं; त्याला संगणकाची गरज नसते.

पण EEG च्या लहरी मुळातच फारशा जोरदार नसतात. कवटी, त्वचा वगैरेंमधून गाळून बाहेर पोचेतो त्यांचा जोर अजूनच ओसरतो. शिवाय मानेच्या, जबड्याच्या, पापण्यांच्या त्याच वेळी होणाऱ्या अपरिहार्य हालचालींमुळे काही वीजप्रवाह निर्माण होत असतात. त्यांचीही नोंद होऊन EEG च्या आलेखात गोंधळ होतो. हा गोंधळ टाळला, लहरींचा जोर वाढवला तर आलेख अधिक सुवाच्य होईल. ते करण्यासाठी संशोधकांनी मॅथ्यू नेगलची कवटी उघडून इलेक्ट्रोड्स सरळ मेंदूवरच बसवले. मेंदूचा सर्वात बाहेरचा थर म्हणजे इंग्रजीत cortex. म्हणून त्याच्यावर इलेक्ट्रोड्स बसवून काढलेल्या आलेखाला Electro-Cortico-Gram किंवा ECoG म्हणतात. हा अधिक सुस्पष्ट असतो.

पण या शरीराच्या आत घुसणाऱ्या इलेक्ट्रोड्समुळे जंतूंची लागण होऊ शकते. शिवाय आजूबाजूच्या पेशींना त्या उपटसुंभांचा उपद्रव होतो; त्यांची चिडचीड होते. म्हणून शरीर त्या इलेक्ट्रोड्सना परके घुसखोर मानतं; शरीराच्या संरक्षक पेशींची फौज त्यांच्यावर तुटून पडते. त्या लढाईमुळे तिथे वण होतात; इलेक्ट्रोड्स खराब होतात; त्याचा संदेशवहनावर परिणाम होतो. तरीही बराच काळपर्यंत ECoGचा आलेख EEGच्या आलेखाहून अधिक चांगला असतो.

विज्ञान अनेक दिशांनी प्रगती करतं. आता पेशींना न चिडवणारे, निर्विकार असे पदार्थ वापरून अलिप्तवृत्तीचे आणि केसाच्या एक पंचमांश जाडीचे, अत्यंत चिमुकले नॅनो-इलेक्ट्रोड्स बनवता येतात. ते निर्जंतुक करून मेंदूच्या पेशींच्या लगत घुसवून बसवले तर ते पेशींशी झुंजत नाहीत. शिवाय त्यांच्याशी बिनतारी संपर्क साधला की जंतूंना मेंदूपर्यंत शिरकाव मिळणंही अशक्य होतं आणि संदेशवहनही कित्येक वर्षं, बिनबोभाट आणि उत्तम होतं. आसपासच्या स्नायूंच्या कार्यामुळे त्या संदेशांत जो गोंधळ येतो तोही निस्तरायला आता संगणकाची साथ मिळते.

संगणकाची साथ मिळाल्यावर संशोधकांनी नवे प्रयोग सुरू केले. EEG च्या लहरींची गती (frequency) एकाग्रचिताने प्रयत्न केला तर बदलता येते. एका चौदा-पंधरा वर्षांच्या मुलाला आकडी येत असे. त्याला त्याच्या दोषयुक्त मनोलहरी त्यांनी संगणकाच्या पडद्यावर दाखवल्या आणि त्या दडपून निरोगी प्रकारच्या लहरी स्वेच्छेने निर्माण करायला शिकवलं. ते परिश्रम करत असताना कंटाळा येऊ नये म्हणून त्याला अधूनमधून एक कॉम्प्यूटर गेम खेळायला शिकवलं. त्या खेळासाठी त्याला चित्त एकाग्र करून मनात संगणकाची बटणं दाबावी लागत. त्यासाठी निर्माण होणारे विद्युत्-संदेश संगणकापर्यंत पोचले की ती बटणं दाबून होणाऱ्या क्रिया संगणक आपल्या आपणच करी. तो मुलगा ते आनंदाने आणि झपाट्याने शिकला; मेंदू-संगणक-सलोखा प्रस्थापित झाला!

मग शास्त्रज्ञांनी तो सलोखा मेंदूसूक्ष्मरख्या लुळ्या माणसांसाठी वापरायचं ठरवलं.

बोलाचालीच्या तऱ्हा

मेंदू-संगणक-संवादाचे दोन प्रकार असतात.

पहिल्या प्रकारात संदेश माणसाच्या मेंदूत उत्पन्न होतो; तो इलेक्ट्रोड्समधून संगणकाला पोचतो; तिथे संगणक त्याचं यांत्रिक आज्ञेत रूपांतर करतो आणि यंत्रांकडून ते काम करून घेतो. हा संवाद साधायला संगणकाची साथ अत्यावश्यक आहे. ती मिळण्यापूर्वी EEG च्या लहरींचे नुसते आलेख पाहून शास्त्रज्ञ निष्कर्ष काढत होते. त्यांच्यामधून त्यांना नेमके संदेश मिळत नव्हते.

पूर्वी इजिप्तच्या पॅपिरसवरची गूढ लिपी कुणालाही समजत नसे. मग पुरातत्वशास्त्रज्ञांनी अभ्यासपूर्वक त्या लिपीचा अर्थ लावला, त्या लिखाणाचं भाषांतर झालं आणि एक नवाच इतिहास जगासमोर आला. त्याचप्रमाणे सध्या संगणकशास्त्रज्ञ EEG च्या 'लहरत्या' गूढ लिपीचा अर्थ लावायचा प्रयत्न करत आहेत. मेंदूच्या कुठल्या विभागातल्या बीटा आणि म्यू लहरींत कसे आणि किती फेरफार झाले हे पाहून

संगणकाचे software programs त्या माहितीचं यंत्रांच्या भाषेतल्या आज्ञेत रूपांतर करतात. ती आज्ञा यांत्रिक हातापायांना पोचली की नेमकी हवी ती क्रिया घडते. अद्याप या पध्दतीने फक्त ढोबळ हालचाली जमल्या आहेत. पण कैदमतींचं जिणं सुकर करायला तेवढ्यानेही फार फायदा होतो आहे.

जी हालचाल करायची इच्छा असेल ती हालचाल मनातल्या मनात एकाग्रचित्ताने केली की मेंदूच्या तिच्यासंबंधीच्या विभागात योग्य ते विद्युत्-संदेश निर्माण होतात. हे करणं सोपं नसतं. आपण जेव्हा हाताने पेला उचलतो तेव्हा खांदा, कोपर, मनगट आणि बोटांचे सांधे या साऱ्यांवर काम करणारे अनेक लहानमोठे स्नायू आपण सवयीमुळे नकळत हालवतो; योग्य क्रमाने आणि योग्य प्रकारे हालवतो. या लहानलहान घटक हालचालींची आपण दखलही घेत नाही; त्यांच्यासाठी जागरूकपणे इच्छा करायचे कष्टही घेत नाही. त्या आपसूक घडतात. पण जेव्हा एकही स्नायू न हालवता, संगणकाला आज्ञा देऊन, यांत्रिक हाताकडून ते काम करून घ्यायचं असतं तेव्हा त्यातले लहानसहान घटकही मनाला आवर्जून आठवावे लागतात. मॅथ्यूसारखे जिद्दीचे रुग्ण जिवाच्या नव्हे, मनाच्या आकांताने ते शिकतात. पण जेव्हा त्या हालचालींचा खाऊ मिळण्याशी, पोटापाण्याशी संबंध असतो तेव्हा मात्र माकडंसुध्दा ते 'पोट'तिडिकीने शिकतात!



अलीकडे माकडावर केलेला एक प्रयोग प्रसिध्द आहे. शास्त्रज्ञांनी त्या माकडाचे हात, पाय आणि डोकं खोड्यात अडकवून ठेवून त्याला मेंदूतून थेट संगणकाला हुकूम

ठोकायचं शिक्षण दिलं. त्या माकडाने तशी आज्ञा देऊन संगणकाच्या मदतीने एक यांत्रिक हात हालवला; त्या हातात धरून गोड, चिकट खाऊ मटकावला आणि मग तसाच मेंदू-ते-संगणक संपर्क साधून ती भरवणाऱ्या यांत्रिक हाताची बोटं चाटून साफ केली!

ओळख पटता थरके बिजली

पत्र लिहिण्याचं किंवा प्रश्नावली भरण्याचं तंत्र या ऐच्छिक हालचालींहून वेगळं असतं. त्या प्रक्रियेत संगणकाला अक्षरं म्हणजेच भाषेची चिन्हं वापरावी लागतात. अद्याप माणसाच्या अंतर्मनात उमटणारी अक्षरं संगणक वाचू शकत नाही. म्हणून मोठाच द्राविडी प्राणायाम करावा लागतो. त्यासाठी रुग्णाला अनेक मुळाक्षरं दाखवली जातात. त्याला त्यांच्यातून वेळेला एक निवडायचं असतं. म्हणजे मूळ संकेत बाहेरून दिला जातो. त्यामुळे मेंदूवर परिणाम होऊन 'हो' किंवा 'नाही' म्हणणारी जी प्रतिक्रिया तिथे निर्माण होते ती संगणक समजून घेतो आणि तिचा वापर करतो. ती चिन्हं अशी 'या हृदयीची त्या संगणकी' पोचवायची अनेक तंत्रं आहेत. Visual Evoked Potentials आणि P300 हे त्यातले नेहमी वापरले जाणारे दोन प्रकार.

Visual Evoked Potentials किंवा VEP म्हणजे थोड्या वेळापुरतं काहीतरी नजरेसमोर झळकल्याने मेंदूत निर्माण झालेले विद्युत्-संदेश. संगणक रुग्णाला अनेक चिन्हं दाखवतो आणि त्यांच्यातल्या एकेकाला क्रमाक्रमाने प्रकाशित करतो. हव्या त्या चिन्हावर प्रकाशझोत आला की रुग्ण त्यावर नजर खिळवून ठेवतो. त्यामुळे निर्माण होणारा विद्युत्-संदेशही काही काळ स्थिरावतो. हे संगणकाला कळतं आणि तो ते चिन्ह निवडतो. ही एक पध्दत झाली. अशा अनेक पध्दतींनी VEP वापरता येतात.

संगणक रुग्णाला अनेक चिन्हं थोड्या थोड्या वेळाच्या अंतराने दाखवत राहिला तर हवं ते चिन्ह दिसल्यानंतर ३०० मिलिसेकंदांनी रुग्णाच्या EEG त ओळख पटल्याची एक मोठी विद्युत्-लहर येते. तिला P300 म्हणतात. ज्यांना नजर स्थिरावता येत नाही अशांसाठी किंवा सगळ्या मुळाक्षरांतून एक-एक अक्षर निवडायला या पध्दतीचा फार

उपयोग होतो. हे किचकट, वेळखाऊ काम त्यातल्या त्यात कमी वेळात व्हावं म्हणूनही संशोधक बऱ्याच युक्त्या वापरतात. त्या वापरून साधारण मिनिटाला तीन ते चार अक्षरं या गोगलगायीच्या गतीने प्रगती होते. पण तेवढ्यानेही मॅथ्यूसारख्या माणसाला, 'मला केवढं स्वातंत्र्य लाभलं!' असं धन्य धन्य वाटतं.

EEG, ECoG वगैरे तंत्रांमध्ये मेंदूतल्या विद्युत्-प्रवाहाची म्हणजेच मज्जापेशींच्या कामाची प्रत्यक्ष नोंद होते. मेंदूच्या कामाची अप्रत्यक्ष नोंद करणारीही काही तंत्रं आहेत. त्यातली प्रमुख तंत्रं म्हणजे Functional MRI किंवा fMRI आणि Near Infrared Spectroscopy.

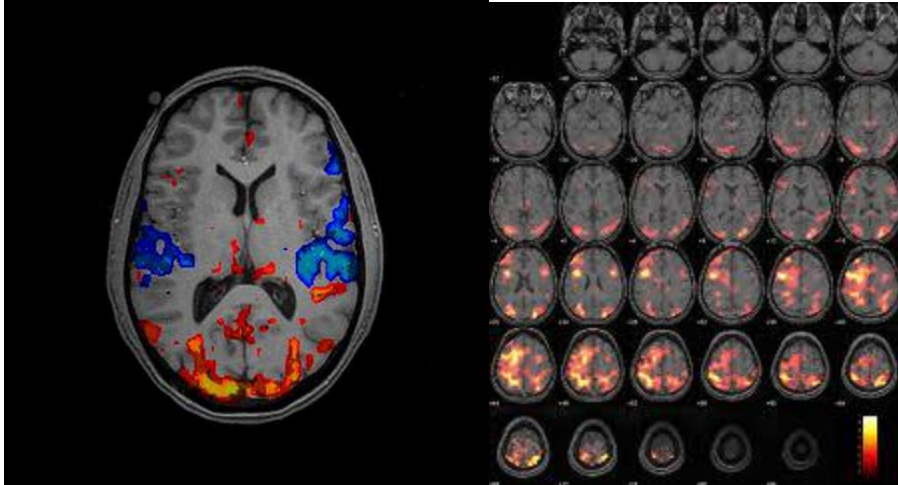
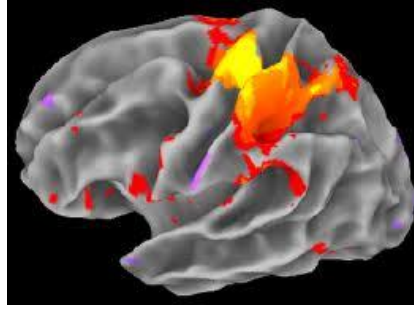
कामसूपणाच्या खुणा

Functional MRI : आपल्या शरीरात हायड्रोजन, कार्बन, सोडियम वगैरेंचे अणू असतात. त्यांच्या केंद्रामधले प्रोटॉन नावाचे कण स्वतःभोवती सतत भोवऱ्यासारखे गरगरत असतात. त्यांच्यात चुंबकीय गुणधर्म असतात. त्यांच्या चुंबकीय गुणधर्माचा वापर एमआरआय या चाचणीपध्दतीत केला जातो.



एमआरआयमध्ये वापरलं जाणारं चुंबकक्षेत्र अत्यंत शक्तिमान, म्हणजे पृथ्वीच्या चुंबकक्षेत्राच्या चाळीस-पन्नासहजार पट प्रखर असतं. तपासणी करताना पूर्ण शरीरावर त्याचा प्रभाव पाडला जातो. त्या कडक मास्तरांच्या 'एऽक साथ, सीऽधैऽ रुख' हुकुमामुळे शरीरातले, विविध दिशांनी गरगरणारे बेशिस्त प्रोटॉन जागच्या जागीच, शिस्तीत सरळ रांगेत वळतात.

त्यानंतर मेंदूर आणखी एका चुंबकाचा वेगळ्या दिशेने प्रभाव पाडला जातो. त्या नव्या मास्तरांच्या 'एक साथ, मुड जाव' ऑर्डरमुळे मेंदूरतल्या प्रोटॉनांच्या रांगेची दिशा बदलते. या दिशापालटामुळे त्या साऱ्या अणूंमधली शक्ती वाढते. त्या नव्या चुंबकाचा प्रभाव दूर केला की ही सारी रांग 'जैसेस थे' थाटात पूर्ववत तोंड फिरवते आणि वाढीव शक्ती बाहेर फेकली जाते. ही शक्ती संगणक नोंदतो. त्या नोंदीची संगणकी प्रतिमा म्हणजे MRI.

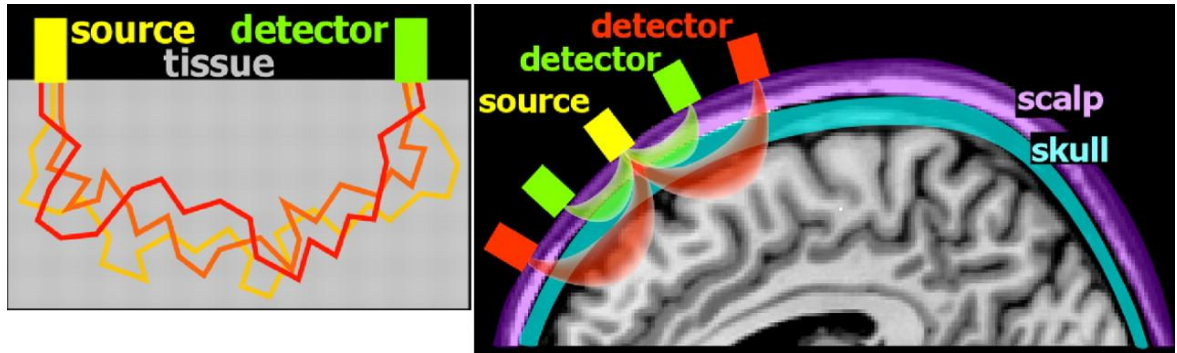


हृदयाकडून मेंदूकडे येणाऱ्या रक्तात, हीमोग्लोबिनमध्ये प्राणवायूचं प्रमाण जास्त असतं. त्याउलट मेंदूकडून परत जाणाऱ्या रक्तात प्राणवायूचं प्रमाण कमी झालेलं असतं. मेंदूचा जो भाग अधिक कार्यक्षम असतो त्याच्यात प्राणवायूचं प्रमाण अधिक असतं. प्राणवायूच्या असण्या-नसण्याने हीमोग्लोबिनमधून बाहेर पडणाऱ्या चुंबकशक्तीमध्ये फरक पडतो. हा फरक functional किंवा fMRI मध्ये नोंदला जातो आणि त्यावरून मेंदूच्या वेगवेगळ्या भागांची वेगवेगळ्या वेळची कार्यक्षमता ठरवता येते. संगणक या नोंदीवरून मेंदूची रंगीबेरंगी प्रतिमा तयार करतो.

या तंत्रासाठी लागणारी सामुग्री जगडव्याळ असते. काही ठराविक केंद्रांतच हा तपास होऊ शकतो.

Near Infrared Spectroscopy : दुसऱ्या तंत्रात म्हणजे Near Infrared

Spectroscopy मध्ये इन्फ्रारेड प्रकाश वापरून मेंदूचा अभ्यास केला जातो. हा प्रकाश देणाऱ्या दिव्यांचा मुकुट डोक्यावर चढवून व्यवस्थित वावरता येतं. इन्फ्रारेड प्रकाश त्वचेतून आणि कवटीतून आरपार जाऊ शकतो. पण तो फक्त तीन सें.मी.पर्यंतच घुसू शकतो.



एका ठिकाणाहून आत शिरून तो मेंदूच्या वरच्या स्तरातून प्रवास करतो आणि दुसऱ्या ठिकाणाहून बाहेर पडतो. त्या प्रवासात त्या प्रकाशात बदल होतो आणि तो बदल त्याच्या पृथक्करणाच्या रंगपट्ट्यांत म्हणजे स्पेक्ट्रममध्ये दिसून येतो. हे रंगपट्टेही त्या मुकुटातच नोंदले जातात. प्राणवायुसहित हीमोग्लोबिन आणि प्राणवायुरहित हीमोग्लोबिन यांच्यात हा स्पेक्ट्रममधला बदल भिन्न असतो. त्यावरून मेंदूच्या निरनिराळ्या विभागांची कार्यक्षमता समजते. ही माहिती वापरून संगणक सहज समजतील असे आलेख आणि प्रतिमा बनवून देतो.



या तंत्रासाठी लागणारी यंत्रणा सुटसुटीत आणि त्यामानाने स्वस्त असते. हा तपास कुठेही करता येतो.

मनाचं न्यारं रे तंतर

या दोन्ही तंत्रांमध्ये होणारी मेंदूच्या कामाची नोंद अप्रत्यक्ष असल्यामुळे खरी घटना आणि तिची नोंद यांच्यात ३ ते ६ सेकंदांचा विलंब होतो. त्यामुळे मनातल्या विचारांचं संगणकी भाषांतर करून तत्काळ काही कृती करवून घ्यायला या तंत्रांचा उपयोग करणं कठीण असतं. पण बाह्य घडामोडींचा मेंदूवर जो परिणाम होतो त्याचा अभ्यास करायला या पध्दती फारच कामाच्या आहेत. वेदना, दुःख, आनंद या संवेदनांचं आकलन मेंदूच्या कुठल्या विभागात होतं किंवा उजवा हात हालवणं, डावा पाय हालवणं या क्रियांसाठी मेंदूचा कुठला भाग कार्यक्षम होतो हे या तंत्रांमुळे समजतं. चॉकोलेट खाण्याचा आनंद, पैज जिंकल्याचा आनंद आणि प्रतिस्पर्ध्यांचं नुकसान बघताना होणारा आसुरी आनंद हे सारे एकाच विभागात आणि एकाच प्रकारे अनुभवले जातात हा 'मन जहरी जहरी' या उक्तीचा विज्ञाननिष्ठ प्रत्ययही या अभ्यासामुळे येतो.

अचानक धनलाभ

'लुळ्यापांगळ्यांचं विज्ञान' असं नाव ठेवून कित्येक वर्षं विज्ञानाच्या या शाखेची उपेक्षा झाली. १९७० सालापासूनच मेंदू-संगणक-संवादाच्या मदतीने माकडांकडून अनेक प्रयोग करून घेतले गेले. पण त्या विक्षिप्त अभ्यासाकडे दुर्लक्षच झालं. ऐंशी-नव्वदच्या दशकात या क्षेत्रात फक्त तीन गट काम करत होते. दोनहजार सालापर्यंत त्यांची संख्या आठावर जाऊन पोचली.

त्यानंतर आपण आधी पाहिलेला चौदा वर्षांचा आकडीचा रुग्ण या थेट मेंदू-ते-संगणक पध्दतीने कॉम्प्युटर गेम खेळला! त्या बातमीचा गवगवा झाला. अमेरिकेतल्या MIT संस्थेतले संशोधक केवळ गंमत म्हणून मेंदूचे निरनिराळे विवक्षित भाग एकामागून एक कार्यक्षम करायचा खेळ खेळले. EEG चा संगणकी खेळांत वापर झाला.

प्रसिध्दीमाध्यमांनी या वस्तुस्थितीत पदरचा मीठमसाला घालून या प्रयोगांबद्दल कित्येक सनसनाटी कहाण्या छापल्या; मेंदू-संगणक-संवाद कानोकानी पसरत गेला; लोकांच्या अपेक्षा आभाळाला भिडल्या. कित्येक धनाढ्य कंपन्यांनी बीसीआयच्या तत्वज्ञानावर आधारलेले संगणकी खेळ बनवायला त्या संशोधनात भरपूर पैसा ओतला. एकाएकी शंभराहून अधिक शोधगट याच विषयात काम करायला लागले!

पण ज्यांना दोन हात वापरून खेळता येत होतं त्यांना स्तब्ध राहून केवळ डोक्याने काम करणं रुचेना. शिवाय हात वापरल्याने खेळांत अपार वैविध्य आणता येतं. ते त्या मनःशक्तीच्या डावातून मिळेना. तो ओतलेला डोंगरभर पैसा आणि ते शेकडो संशोधकांचे प्रयत्न त्या खेळांच्या दृष्टीने फारसे उपयोगाचे ठरले नाहीत. पण त्या काळात कित्येक सुपीक डोक्यांनी त्या क्षेत्रात मेंदूतल्या नोंदींची संगणकी रूपांतरं करणारी गणितं आणि आल्गोरिदम्स यांची लयलूट केली. त्यामुळे या क्षेत्रात झपाट्याने आणि सर्वांगीण प्रगती झाली. तोवर या शास्त्राचा संगणकी मनोरथ चाकं कुरकुरत चाललेल्या बैलगाडीसारखा रखडत होता. खेळाच्या पैशाच्या खैरातीमुळे एकाएकी त्या मनोरथाचं सूंसाट पळणाऱ्या स्पोर्टस्कारमध्ये रूपांतर झालं.

वेध भविष्याचे

दहा वर्षांपूर्वी डोबेल नावाच्या शास्त्रज्ञाने एक डोळस चष्मा बनवला. या चष्म्यात कॅमेरे बसवलेले होते. चष्म्यातलाच संगणक त्या कॅमेऱ्यांनी घेतलेल्या छायाचित्रांचं विद्युत्प्रवाहात रूपांतर करी. ते विद्युत्-संदेश अंध रुग्णांच्या दृष्टिमज्जाविभागात पोचवायचं काम तिथे कवटीच्या आत बसवलेले इलेक्ट्रोड्स करत. या पध्दतीने त्या अंधांना भोवतालचा परिसर 'दिसत असे'. डोळस माणसांना तो परिसर जसा दिसे त्याहून हे संगणकी 'दिसणं' फार वेगळं होतं. पण त्या तेवढ्या 'दिसण्या'नेही त्या अंधांचं जीवनमान सुधारायला मोठी मदत झाली. अशाच पध्दतीने बहिऱ्या माणसांना संगणकी 'ऐकणं' देखील मिळालं.



ईईजीसाठी पूर्वी डोक्याला जेली लावावी लागत होती; तारांनी डोकं त्या यंत्राशी जखडलं जात होतं. आता कोरड्या इलेक्ट्रोड्सचं जाळं असलेली एक टोपी मिळते. ती डोक्यावर काळजीपूर्वक बसवली की तिचं संगणकाशी बिनतारी नातं जुळतं.

मानवी मेंदूची एकदा वाढ झाली की मग त्याच्यात कसलेही फेरफार करता येत नाहीत अशी कित्येक वर्षांपासून सर्वसामान्य समजूत होती. पण खरं तर मेंदू सतत शिकाऊ रहातो; गरजेनुसार मज्जापेशींमध्ये नवे दुवे सांधतो; जुने दुवे तोडतो; आणि नवी, अधिक उपयोगाची मज्जा-जाळी विणून आपली कार्यक्षमता सतत वाढवत रहातो. ही नवी संकल्पना १९८०च्या आसपास अस्तित्वात आली. तिच्या आधारे आणि मेंदू-संगणक-संवादाच्या मदतीने मेंदूच्या काही रोगांवर अभिनव इलाज शोधले गेले.

काही लहान मुलं फार चळवळी असतात. ती एकाग्र चित्ताने फार काळ काहीही करू शकत नाहीत. वयाच्या चौथ्या-पाचव्या वर्षांपासूनच त्यांच्यावर भारी औषधांचा मारा

होतो आणि ती औषधं वयात आल्यावरही चालू ठेवावी लागतात. या मुलांसाठी शास्त्रज्ञांनी छानसे संगणकी खेळ बनवले आहेत. ते खेळताना डोक्यावर कोरड्या इलेक्ट्रोड्सची टोपी चढवली की त्या मुलांच्या मेंदूतल्या विद्युत्-लहरी आणि त्यावरून त्या मुलांच्या चित्ताची एकाग्रता संगणकाला समजते. चित्त एकाग्र झालं हे कळेपर्यंत संगणक त्या रंगीबेरंगी खेळातली चित्रं अस्पष्ट, धूसर ठेवतो. खेळ इतका आकर्षक असतो की मुलं धडपडून लक्ष त्याच्यावर केंद्रित करतात. मग त्यांचं चित्त द्विधा करण्यासाठी संगणक त्या खेळातच काही विघ्नं निर्माण करतो. खेळात रंगलेली मुलं त्या विघ्नांवर मात करून चित्त स्थिर ठेवतात. याची सवय झाली की त्यांना अभ्यासावरही लक्ष केंद्रित करणं जमतं; आजाराला आवाक्यात आणणं सोपं होतं. सध्या प्रायोगिक अवस्थेत असलेला हा उपचार पुढच्या दशकभरात सर्वांना खुला होईल अशी अपेक्षा आहे.

आकडी येणाऱ्या मुलांनाही खास त्यांच्यासाठी बनवलेल्या खेळांच्या मदतीने आपल्या आजाराची तीव्रता कमी करता येईल. नैराश्य, ऑटिझम, स्कीझोफ्रेनिया यांसारख्या मनोविकारांनाही मेंदू-संगणक-संवादांमुळे अशीच 'खेळकर' मदत मिळू शकेल.

एरवी ध्यानावस्थेत जाणं, समाधी लागणं अतिशय कठीण असतं. कित्येकांना आयुष्यभर साधना करूनही ते नीटपणे जमत नाही. पण आता कोरडी वीजवाहक टोपी चढवून आपला मेंदू थेट संगणकाशी जोडला की तो पडद्यावर एक विवक्षित काम करायला देतो. ते काम करताकरता समाधीवाल्या थीटा लहरी निर्माण करणं मेंदूला जमतं. त्याने हात धरून अशी समाधीची वाट दाखवली की हळूहळू आपल्या आपणही तिथे पोचणं जमायला लागतं. लहान मुलं सायकल चालवायला शिकतात तेव्हा, सुरुवातीच्या काळात, त्यांच्या सायकलीचा तोल सांभाळण्यासाठी तिच्या दोन्ही बाजूंना अधिकची छोटी चाकं असतात. एकदा मूल सायकलीचा तोल स्वतः सांभाळायला शिकलं की ती अधिकची चाकं काढून टाकता येतात. संगणकाच्या पडद्याची मदत त्या चाकांच्या आधारासारखीच असते. ध्यानावस्था आपल्या आपण जमायला लागली की संगणकी पांगुळगाड्याची गरज सरते.

या साऱ्या गोष्ठी अद्याप फक्त प्रयोगशाळेत जमल्या आहेत पण आता वीजवाहक कोरडी टोपी, Near Infrared चा पट्टेरी मुकुट वगैरेंमुळे त्यांतले काही खेळ किंवा अभ्यास बाहेरच्या जगातही जमतात. ज्यांना ध्यानधारणा जमते त्यांना हे खेळ अधिक सहज जमतात.

तरीही जेव्हा रुग्णांच्या उपचारांचा प्रश्न असतो तेव्हा एकाग्रता, गोंधळलहरींचा कोलाहल या साऱ्यांवर मात करणं अत्यावश्यक असतं. मॅथ्यू नेगलसारख्या अपंगांचे उपचार तर अनेक कारणांमुळे रुग्णालयापुरतेच मर्यादित आहेत. त्या रुग्णांची एकदा संगणकाशी जोडणी झाली की ते त्या साह्याने बऱ्याच गोष्ठी करू शकतात. पण ती जोडणी करून द्यायला धडधाकट माणसाची मदत लागतेच. हे त्यांच्या रुग्णालयावर अवलंबून रहाण्याचं एक कारण आहे. पण जेव्हा ती जोडणीही त्यांना मनःसामर्थ्याने जमेल तेव्हा, अगदी बाजारहाट जमणं शक्य नाही पण निदान अधूनमधून घरी जाता येईल. मनाच्या फुलपाखराचे पंख जरा अधिक मोकळे होतील.

मॅटू-संगणक-घराण्याचा आणखी एक नातलग म्हणजे Neuromarketing. गिऱ्हाइकं काही ब्रॅण्डच्या वस्तू हौसेने का घेतात आणि त्याच प्रतीच्या दुसऱ्या ब्रॅण्डच्या उत्पादनांना वाळीत का टाकतात हे कोडं बड्या कंपन्यांच्या अधिकाऱ्यांना नेहमीच सतावत असतं. दोनहजार चारपासून विविध विश्वविद्यालयांच्या neuroeconomics विभागांनी या प्रश्नाचा अभ्यास करताना fMRI चा वापर केला. खरेदी करताना माणसं सारासार विचारापेक्षा भावनांना अधिक महत्त्व देतात असं त्या अभ्यासात आढळून आलं. त्या निष्कर्षाचा उत्पादनावर आणि जाहिरातीच्या तंत्रावर मोठाच परिणाम होऊ शकेल.

दोन वर्षांपूर्वी प्रागमध्ये झालेल्या Science beyond Fiction या कॉन्फरन्सची सांगता एका मैफिलीने झाली. त्यातल्या संगीतकारांनी कोरड्या वीजवाहक टोप्या घातल्या होत्या. त्यांना वेगवेगळी चित्रं दाखवली गेली. ती बघताना त्यांच्या मनात वेगवेगळे भाव जागले आणि त्यानुरूप त्यांच्या ईईजीतल्या विद्युत्-लहरी हेलकावल्या. त्या

प्रेक्षकांना पडद्यावर दाखवल्या गेल्या. त्याचवेळी संगणकाने त्या विद्युत्-लहरींचं सांगीतिक सुरांत केलेलं स्वैर रूपांतरही सभागृहात ऐकवलं गेलं. ते संगीत कंठांतून-ओठांतून-बोटांतून आलेलं नव्हतं. संगीतकारांच्या एकत्रित दृक्श्राव्य विचारलहरींनी सादर केलेली ती इंद्रियांच्या पलीकडली मैफिल होती.

या वर्षीच्या ऑगस्टमध्ये वॉशिंग्टन युनिव्हर्सिटीच्या दोन शास्त्रज्ञांनी अशाच विद्युत्-वाहक टोप्या वापरून एक अभिनव प्रयोग केला. डॉ. राव यांनी आपला उजवा हात फक्त मनातल्या मनातच हालवला. त्या विद्युत्-लहरी ईईजी मशीनमधून युनिव्हर्सिटी-आवाराच्या दुसऱ्या टोकाला असलेल्या डॉ. स्टॉको यांच्या संगणकाला पोचल्या. तिथून त्या डॉ. स्टॉकोंच्या टोपीमधून त्यांच्या मेंदूत पोचल्या आणि डॉ.स्टॉकोंनी तशी इच्छा केलेली नसतानाही त्यांचा उजवा हात आपल्या आपण हालला! 'या हृदींचें त्या हृदीं' पोचवायची शब्दांच्या पलीकडली पध्दत सापडली!

कवींच्या प्रमाणे शास्त्रज्ञही स्वप्नं बघतात. दुसऱ्याच्या अथांग मनातले विचार वाचणं हे कवींचं आणि शास्त्रज्ञांचंही स्वप्न आहे. ते पोलिसांचं आणि न्यायाधिकाऱ्यांचंही स्वप्न आहे. त्यांना खोटं बोलणाऱ्यांची लबाडी पकडायची असते. सध्या अवगत असलेल्या तंत्रांनी फक्त ढोबळ भावनांचाच सुगावा लागतो. गुंतागुंतीच्या विचारांचा थांग लागायला विज्ञानाला अजून बरीच आगेकूच करावी लागेल. तेवढी प्रगती झाल्यावर संगणकाच्या मध्यस्थीमुळे गुन्हेगारांचे मेंदू जर आपली सगळी गुपितं प्रकट करायला लागले तर भावी अपराध्यांचं मन वाचून त्यांना गुन्हे करण्यापूर्वीच पकडता येईल. मात्र त्यामुळे Minority Project सारखा विपरीत परिणाम होईल; कित्येक निरपराध्यांच्या विचारस्वातंत्र्यावर गदा येईल. पण असं मन वाचायला त्या मनाची परवानगी आणि सर्वतोपरी मदत अत्यावश्यक असते. मनाच्या मालकाची इच्छा नसली तर संगणकाने कितीही आटापिटा केला तरी त्या मनाचा झरोका उघडणं सोडा, साधं किल्लीचं भोकही डोळा लावू देत नाही.

पण काही मनांजवळ भरभरून देण्याजोगं बरंच काही असतं. ते द्यायची उत्कट इच्छाही असते. सूरश्री केसरबाई त्यांच्या उतारवयात हळहळत,

“मनात सुरांची गर्दी दाटते पण आता कंठातून काही बाहेर फुटत नाही याचीच खंत वाटते!”

ज्या दिवशी भविष्यातल्या एखाद्या सूरश्रीच्या मनात दाटलेलं तसं उत्सुक संगीत संगणकाच्या मदतीने अगदी बारीकसारीक कणसुरांच्या कलाकुसरीसकट जगाला सहीसही ऐकायला मिळेल त्या दिवसाची कलेच्या इतिहासात सुवर्णाक्षरांनी नोंद होईल. कदाचित त्या सुरांच्या संगणकी प्रतिमांशी आपल्या कंठातल्या सुरांचं चित्र जुळवत कित्येक एकलव्य संगीतसाधनाही करतील. विज्ञानाच्या संगतीने कलाक्षेत्राच्या साऱ्याच शाखांची अशी भरभराट होऊ शकेल.

कवींची स्वप्नं जगाला आनंद देतात. पण ती अमूर्त असतात. शास्त्रज्ञ मात्र जीव, कष्ट आणि बुध्दी ओतून आपलं स्वप्न मूर्त घडवतात. त्या स्वप्नांनी जगाला प्रगतीच्या नव्या दिशा लाभतात; नवी स्वप्नं घडवायचं सामर्थ्य लाभतं.

‘मूकं करोति वाचालं पंगुं लंघयते गिरिम्’

हे भगवान श्रीकृष्णाचं वर्णन ज्याला भविष्यात लागू पडेल ते मेंदू-संगणक-संवादाचं शास्त्र हा असाच संशोधकांच्या स्वप्नपूर्तीचा आणि नव्या सामर्थ्यप्राप्तीचा मार्ग आहे.

डॉ. उज्ज्वला दळवी

-ujjwalahd9@gmail.com

(पूर्वप्रसिध्दी : ‘मराठी विज्ञान परिषद पत्रिका’)