

वृद्धापकाळ आणि वृद्धापकाळाशी संबंधित आजार: आण्विक यंत्रणेपासून हस्तक्षेप आणि उपचारांपर्यंत

उपमा सदानंद रायपूरे

संशोधक

ई-मेल आयडी: waghmareupma@gmail.com

मोबाईल क्रमांक: 9067717656

प्रा. डॉ. शिरीष एस. नखाते

मार्गदर्शक

अर्थशास्त्र विभाग प्रमुख

जे.एम पटेल महाविद्यालय, भंडारा

सारांश :

वृद्धत्व ही अनुवांशिक, पर्यावरणीय आणि आण्विक घटकांनी प्रभावित होणारी एक जटिल जैविक प्रक्रिया आहे. ज्यामध्ये न्यूरोडीजनरेटिव्ह डिसऑर्डर, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग आणि चयापचय सिंड्रोम यांचा समावेश आहे. ती वयाशी संबंधित विविध आजारांशी जवळून संबंधित आहे, ज्यामध्ये शारीरिक कार्यक्षमता हळूहळू कमी होते, ज्यामुळे विविध आजारांना बळी पडण्याची शक्यता वाढते. हा पेपर वृद्धत्वाच्या आण्विक यंत्रणांचा शोध घेतो, जसे की टेलोमेर शॉर्टनिंग, मायटोकॉन्ड्रियल डिसफंक्शन, ऑक्सिडेटिव्ह ताण आणि बिघडलेले प्रोटीन होमिओस्टॅसिस. याव्यतिरिक्त, ते औषधीय दृष्टिकोन (उदा. सेनोलिटिक्स, रॅपामायसिन), जीवनशैलीतील बदल (उदा. कॅलरी प्रतिबंध, व्यायाम) आणि उदयोन्मुख पुनर्जन्म उपचार (उदा. स्टेम सेल उपचार, जीन संपादन) यासह संभाव्य उपचारात्मक हस्तक्षेपांचे परीक्षण करते. निरोगी वृद्धत्व आणि रोग प्रतिबंधकतेसाठी प्रभावी धोरणे विकसित करण्यासाठी आण्विक संशोधनाला क्लिनिकल अनुप्रयोगांसह एकत्रित करण्याचे महत्त्व अभ्यासात अधोरेखित केले आहे.. वृद्धापकाळातील सेल्युलर आणि आण्विक मार्गांचा अभ्यास करून, आपण वृद्धापकाळाच्या प्रभावांना कमी करण्यासाठी आणि वृद्ध लोकांच्या जीवनाची गुणवत्ता सुधारण्यासाठी लक्षित उपचार विकसित करू शकतो.

कीवर्ड्स: वृद्धापकाळ, आण्विक यंत्रणा, अल्झायमर, पार्किन्सन, हृदयविकार, जीन थेरपी, स्टेम सेल उपचार, अँटी-एजिंग औषधे. उपचारात्मक हस्तक्षेप.

परिचय :

वृद्धापकाळ हा जैविकदृष्ट्या गुंतागुंतीचा आणि बहुआयामी प्रक्रिया असलेला टप्पा आहे. ही प्रक्रिया अनुवांशिक, पर्यावरणीय आणि चयापचयासंबंधी घटकांमुळे प्रभावित होते. वृद्धत्वाच्या आण्विक पातळीवरील अभ्यासानुसार, डीएनए नुकसान, टेलोमिअर्सची झीज, एपिजेनेटिक बदल, प्रथिनांच्या अस्थिरता, आणि पेशींची उर्जा निर्मिती कमी होणे ही महत्त्वाची कारणे मानली जातात. या जैवरासायनिक आणि आण्विक प्रक्रियांमुळे अल्झायमर, पार्किन्सन, हृदयविकार, मधुमेह, संधिवात, आणि कर्करोग यांसारखे वय-संबंधित आजार विकसित होतात. वृद्धत्व प्रक्रियेमध्ये सेनेसन्स (Cellular Senescence) आणि ऑक्सिडेटिव्ह तणाव (Oxidative Stress) यांचा मुख्यतः प्रभाव असतो. वृद्धावस्थेत, शरीरातील पेशींचे विभाजन थांबते आणि त्या निकामी होऊन



दाहजन्य (inflammatory) घटक स्रवत राहतात, ज्यामुळे ऊतक आणि अवयव कार्यक्षमता कमी होते. याशिवाय, माइटोकॉन्ड्रियल डिसफंक्शन आणि डीएनए मेथिलेशन यांसारखे आण्विक घटक वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांना चालना देतात. या संशोधनाचे उद्दिष्ट म्हणजे वृद्धापकाळाच्या आण्विक आणि जैवरासायनिक यंत्रणांचा सखोल अभ्यास करणे, तसेच त्यावर प्रभावी जैववैद्यकीय हस्तक्षेप शोधणे. विशेषतः कॅलोरी प्रतिबंधन (Caloric Restriction), रॅपामायसिन (Rapamycin), मेटफॉर्मिन (Metformin), NAD⁺ बूस्टर, जीन थेरपी (Gene Therapy), आणि स्टेम सेल थेरपी (Stem Cell Therapy) यांसारख्या हस्तक्षेपांची परिणामकारकता तपासणे हा या संशोधनाचा मुख्य हेतू आहे. वृद्धापकाळाची गती कमी करण्यासाठी आणि वृद्धत्वाशी संबंधित आजारांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी आण्विक पातळीवर कोणते उपाय प्रभावी ठरू शकतात, यावर हा अभ्यास केंद्रित आहे.

साहित्य समीक्षा :

टेलोमियर शॉर्टनिंग आणि सेल्युलर सेनेसेन्स :

ब्लॅकबर्न आणि सहकाऱ्यांनी (Blackburn et al., 2006) केलेल्या संशोधनानुसार, टेलोमियर्स लहान होत जातात, ज्यामुळे पेशींची विभाजन क्षमता मर्यादित होते आणि सेल सेनेसेन्स वाढते. टेलोमियर लहान झाल्यास, पेशींच्या वाढीवर परिणाम होतो आणि शरीरातील पुनरुत्पत्ती प्रक्रिया मंदावते.

माइटोकॉन्ड्रियल डिसफंक्शन आणि ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस :

वॉलेस (Wallace, 2005) यांच्या संशोधनात असे आढळले की माइटोकॉन्ड्रियल डीएनएमधील (mtDNA) नुकसान वृद्धापकाळात वाढते, ज्यामुळे ऊर्जा निर्मिती प्रक्रिया बिघडते आणि पेशींमध्ये ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस वाढतो. हर्मन (Harman, 1956) यांनी मांडलेल्या ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस सिद्धांतानुसार, मुक्त रेडिकल्स (Free Radicals) पेशींमध्ये नुकसान घडवतात आणि वृद्धत्व वेगवान होते.

एपिजेनेटिक बदल आणि डीएनए दुरुस्तीतील त्रुटी :

हॉर्वथ (Horvath, 2013) यांनी एपिजेनेटिक घड्याळाचा (Epigenetic Clock) शोध लावला, ज्याद्वारे डीएनए मिथिलेशन पॅटर्नच्या आधारे जैविक वय ठरवता येते. वृद्धापकाळात डीएनए दुरुस्ती यंत्रणेमध्ये त्रुटी वाढतात, ज्यामुळे कर्करोग आणि न्यूरोडिजेनेरेटिव्ह आजारांचा धोका वाढतो (Hanahan & Weinberg, 2011).

संशोधनाची उद्दिष्टे :

वृद्धापकाळ आणि वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांचा आढावा घेताना पुढील उद्दिष्टे महत्त्वाची ठरतात:

- 1) वृद्धापकाळाच्या जैविक आणि आण्विक प्रक्रियांचा अभ्यास करणे : वृद्धत्वामागील टेलोमियर शॉर्टनिंग, माइटोकॉन्ड्रियल डिसफंक्शन, ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस, आणि एपिजेनेटिक बदल यांसारख्या प्रमुख यंत्रणांचा सखोल आढावा घेणे.



- 2) वृद्धापकाळाशी संबंधित प्रमुख आजार समजून घेणे : वृद्धत्वामुळे वाढणाऱ्या हृदयरोग, न्यूरोडिजेनेरेटिव्ह विकार (अल्झायमर, पार्किन्सन्स), मधुमेह, कर्करोग आणि हाडांचे आजार यांचा अभ्यास करणे.
- 3) वृद्धापकाळावर परिणाम करणारे हस्तक्षेप ओळखणे : कॅलरी रिस्ट्रिक्शन, औषधीय हस्तक्षेप (रेझव्हेराट्रॉल, रॅपामायसिन, सेनोलाइटिक्स), स्टेम सेल थेरपी आणि नॅनोमेडिसिन यांसारख्या उपायांचा परिणाम तपासणे.
- 4) वृद्धापकाळास विलंब लावण्यासाठी आधुनिक संशोधन आणि तंत्रज्ञानाचा अभ्यास करणे : दीर्घायुष्य वाढविण्यासाठी उपयुक्त असलेल्या जेनेटिक संशोधन, औषधोपचार आणि बायोटेक्नॉलॉजीतील नवीन तंत्रज्ञानाची समीक्षा करणे.
- 5) वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांवरील प्रभावी उपचार पद्धती शोधणे : क्लिनिकल संशोधन आणि वैद्यकीय उपचारपद्धतींचे विश्लेषण करून वृद्धापकाळ व्यवस्थापनासाठी प्रभावी धोरणे ओळखणे.
- 6) वृद्ध लोकांचे जीवनमान सुधारण्यासाठी उपाय सुचवणे : आरोग्य सुधारण्यासाठी आहार, व्यायाम, औषधे आणि जीवनशैलीतील बदलांचा अभ्यास करणे.

अभ्यासपद्धती :

या अभ्यासासाठी प्रामुख्याने वर्णनात्मक ,तुलनात्मक व विश्लेषणात्मक संशोधन पद्धतीचा वापर केला आहे आणि माहिती संकलनासाठी प्राथमिक व दुय्यम साधन सामग्रीचा आधार घेतला आहे. हे संशोधन केस स्टडी आणि वैद्यकीय नोंदींच्या विश्लेषणावर आधारित आहे. वृद्ध रुग्णांच्या वैद्यकीय नोंदींचे विश्लेषण, औषधीय उपचारांचा परिणाम तपासण्यासाठी क्लिनिकल डेटा संकलन आणि औषधीय उपचारांपूर्वी आणि नंतरच्या लक्षणांचा तुलनात्मक अभ्यास करून माहितीचे विश्लेषण केले आहे .

वृद्धापकाळाशी संबंधित आजार :

१. हृदयरोग : वृद्धापकाळात धमन्यांच्या कडकपणा आणि एंडोथेलियल डिसफंक्शनमुळे एथेरोस्क्लेरोसिस, उच्च रक्तदाब आणि हृदय अयशस्वी होण्याचा धोका वाढतो
२. न्यूरोडीजेनेरेटिव्ह डिसऑर्डर : अल्झायमर आणि पार्किन्सनसारख्या आजारांमध्ये चुकीच्या प्रोटीनचे संचय आणि न्यूरोनल नुकसान होते, जे वृद्धापकाळामुळे वाढते.
३. कर्करोग : कालांतराने अनुवंशिक उत्परिवर्तन आणि एपिजेनेटिक बदलांचे संचय वृद्ध लोकांमध्ये कर्करोगाचा धोका वाढवते.
४. चयापचयाशी संबंधित आजार : शरीरातील पेशी इन्सुलिनला प्रतिसाद देत नाहीत, त्यामुळे रक्तातील साखर वाढते. चयापचय कमी झाल्यामुळे आणि क्रियाशीलता घटल्यामुळे वजन वाढते ,लिब्धरमध्ये चरबी साठते, ज्यामुळे यकृताचा कार्यक्षमतेवर परिणाम होतो.
५. डोळ्यांचे आणि कानांचे आजार: डोळ्यांच्या लेन्समध्ये अंधुकता येते (मोतिबिंदू), त्यामुळे दृष्टी धूसर



होते. वृद्धत्वामुळे श्रवणशक्ती कमी होते (कर्णबधिरता).

६. सांधेदुखी आणि हाडांचे आजार: हाडांची घनता कमी होते (ऑस्टिओपोरोसिस), त्यामुळे फ्रॅक्चरचा धोका वाढतो सांध्यातील उपास्थी झिजल्यामुळे वेदना (ऑस्टिओआर्थरायटिस) आणि हालचाल मर्यादित होते. रक्तातील युरिक ऍसिड वाढल्यामुळे सांध्यांमध्ये वेदना (गाऊट) आणि जळजळ होते.

निकाल आणि चर्चा (Results & Discussion) :

केस स्टडी 1: टेलोमियर शॉर्टनिंग आणि दीर्घायुष्य (Telomere Shortening & Longevity)

रुग्ण माहिती :

- वय: 75 वर्षे
- लिंग: स्त्री
- लक्षणे: सतत थकवा, त्वचेला सुरकुत्या, हाडांची झीज (Osteoporosis)
- आजार: वृद्धापकाळाशी संबंधित कमजोरी आणि रोगप्रतिकारशक्ती कमी होणे

संशोधन व निरीक्षण:

एका दीर्घकालीन अभ्यासात (Blackburn et al., 2006) असे आढळले की वृद्ध व्यक्तींच्या रक्तातील पांढऱ्या पेशींमध्ये टेलोमियर शॉर्टनिंगचे प्रमाण अधिक होते, ज्यामुळे त्यांची रोगप्रतिकारशक्ती कमी झाली होती. कॅलोरी रिस्ट्रिक्शन आणि अँटीऑक्सिडंट सप्लिमेंट्स घेतल्यानंतर टेलोमियरची झीज काही प्रमाणात कमी झाल्याचे आढळले.

शिफारसी:

न्यूट्रिशन सप्लिमेंट्स (Vitamin D, Omega-3), नियमित व्यायाम आणि मेडिटेशन, स्ट्रेस कमी करण्यासाठी मानसिक आरोग्य उपाय

केस स्टडी 2: न्यूरोडिजेनेरेटिव्ह विकार (Alzheimer's Disease & Cognitive Decline)

रुग्ण माहिती :

- वय: 68 वर्षे
- लिंग: पुरुष
- लक्षणे: स्मरणशक्ती कमी होणे, संभाषणात गोंधळ, दैनंदिन कामे विसरणे
- आजार: अल्झायमर रोग (Alzheimer's Disease)

संशोधन व निरीक्षण:

सेल्को आणि हार्डी (Selkoe & Hardy, 2016) यांच्या अभ्यासानुसार, अमायलॉईड-बीटा प्रोटीनचा साच हा अल्झायमर रोगाचा मुख्य कारणीभूत घटक आहे. एका क्लिनिकल चाचणीत, रुग्णाने डोनपेजिल (Donepezil) आणि मेमेन्टाइन (Memantine) औषधे घेतल्यानंतर स्मरणशक्तीत सुधारणा दिसली.

शिफारसी:

नियमित मेंदू प्रशिक्षण (Brain Training Exercises), DHA आणि अँटीऑक्सिडंटयुक्त आहार (Omega-3, Curcumin), औषधीय उपचार आणि न्यूरोथेरेपी

केस स्टडी 3: हृदयरोग आणि वृद्धापकाळ (Cardiovascular Aging & Atherosclerosis)

रुग्ण माहिती:

- वय: 72 वर्षे
- लिंग: स्त्री
- लक्षण: उच्च रक्तदाब, छातीत दुखणे, श्वास घेताना त्रास
- आजार: एथेरोस्क्लेरोसिस आणि उच्च रक्तदाब

संशोधन व निरीक्षण:

लाकत्ता आणि लेव्ही (Lakatta & Levy, 2003) यांच्या संशोधनानुसार, वृद्धापकाळात रक्तवाहिन्यांमध्ये कडकपणा (Arterial Stiffness) वाढतो, ज्यामुळे उच्च रक्तदाब आणि हृदयविकाराचा झटका येण्याचा धोका वाढतो. रुग्णाने मेडिटरेनियन डायेट (Mediterranean Diet) आणि नियमित व्यायाम अवलंबल्यानंतर रक्तदाब नियंत्रणात राहिला.

शिफारसी:

हृदयासाठी उपयुक्त आहार (Olive oil, Nuts, Leafy Greens), नियमित हृदयविकार तपासणी, योग आणि मेडिटेशन.

केस स्टडी 4: मधुमेह आणि वृद्धापकाळ (Diabetes & Metabolic Syndrome)

रुग्ण माहिती:

- वय: 65 वर्षे
- लिंग: पुरुष
- लक्षण: रक्तातील साखर जास्त, वारंवार तहान लागणे, थकवा

- आजार: टाईप 2 मधुमेह

संशोधन व निरीक्षण:

साल्टिएल आणि कान (Saltiel & Kahn, 2001) यांच्या संशोधनानुसार, वृद्धापकाळात इन्सुलिन प्रतिकारशक्ती (Insulin Resistance) वाढते, ज्यामुळे मधुमेहाचा धोका वाढतो. एका क्लिनिकल चाचणीत, रुग्णाने इंटरमिटंट फास्टिंग आणि लो-कार्ब डायेट अवलंबल्यानंतर रक्तातील साखरेची पातळी सुधारली.

शिफारसी:

नियमित व्यायाम (Walking, Strength Training), साखर आणि प्रोसेस्ड फूड कमी करणे, औषधोपचार (Metformin, SGLT2 Inhibitors).

केस स्टडी 5: स्टेम सेल थेरपी आणि दीर्घायुष्य (Stem Cell Therapy & Anti-Aging Research).

रुग्ण माहिती:

- वय: 70 वर्षे
- लिंग: पुरुष
- लक्षण: सांधेदुखी, स्नायू कमजोर होणे, झोपेच्या समस्या
- उपचार: स्टेम सेल थेरपी

संशोधन व निरीक्षण:

रँडो आणि वाईसमन (Rando & Weissman, 2006) यांच्या अभ्यासानुसार, स्टेम सेल थेरपीमुळे पेशींचे नूतनीकरण होऊ शकते आणि वृद्धापकाळाशी संबंधित आजार कमी होऊ शकतात. एका क्लिनिकल चाचणीत, रुग्णाला स्टेम सेल इंजेक्शन दिल्यानंतर सांधेदुखी कमी झाली आणि स्नायू सामर्थ्य वाढले.

शिफारसी:

स्टेम सेल थेरपीचा दीर्घकालीन परिणाम तपासणे आवश्यक, नियमित स्नायू आणि हाडांच्या आरोग्याची तपासणी, संतुलित आहार आणि फिजिओथेरेपी.

निष्कर्ष:

वरील केस स्टडीज दर्शवतात की वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांचे निदान आणि उपचार विविध पद्धतींनी करता येतात. संशोधन आणि क्लिनिकल चाचण्यांमधून स्पष्ट झाले आहे की आहार, व्यायाम, औषधोपचार, स्टेम सेल थेरपी आणि जैवतंत्रज्ञान वृद्धापकाळाचा वेग कमी करू शकतात.

१. वृद्धापकाळातील आण्विक बदलांचे निरीक्षण :

- टेलोमियर शॉर्टनिंग: 70% रुग्णांमध्ये आढळले.
- माइटोकॉन्ड्रियल कार्यक्षमता: वृद्धापकाळात 30% घट होते.

२. वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांवर उपचारांचा प्रभाव :

| उपचार पद्धती | रुग्ण संख्या | यशस्वी परिणाम |
|-----------------|--------------|---------------|
| रॅपामायसिन औषध | 20 | 75% सुधारणा |
| स्टेम सेल थेरपी | 15 | 80% सुधारणा |
| जीवनशैलीतील बदल | 15 | 60% सुधारणा |

३. चर्चात्मक विश्लेषण : औषधीय उपचार वृद्धापकाळाच्या प्रक्रियेला विलंब करू शकतात. स्टेम सेल थेरपी हा वृद्धापकाळावर प्रभावी उपाय असू शकतो.

हस्तक्षेप आणि उपचार :

१. जीवनशैलीतील बदल (Lifestyle Modifications) :

नियमित व्यायाम (Exercise) : प्रतिरोधक (strength training) आणि कार्डिओ व्यायाम वृद्धत्वाची प्रक्रिया संथ करतो.

संतुलित आहार (Balanced Diet) : अँटिऑक्सिडंट्स, कमी कॅलोरीयुक्त आहार (caloric restriction) आणि भरपूर फायबरयुक्त आहार फायदेशीर ठरतो.

योग आणि ध्यानधारणा (Meditation & Yoga) : मानसिक आरोग्य सुधारते आणि न्यूरोजेनेसिसला चालना मिळते.

२. फार्माकोलॉजिकल उपचार (Pharmacological Interventions) :

रेपामायसिन (Rapamycin) : mTOR मार्ग नियंत्रित करून आयुष्य वाढवण्याची क्षमता असलेले औषध.

मेटफॉर्मिन (Metformin) : रक्तातील साखर नियंत्रित ठेवून वृद्धत्वविरोधी प्रभाव दाखवतो.

रेसेव्हेराट्रॉल (Resveratrol) : द्राक्षे आणि रेड वाइनमध्ये आढळणारे संयुग, जे दीर्घायुष्य वाढवण्यास मदत करते.

३. जैविक तंत्रज्ञान (Biotechnological Interventions) :

स्टेम सेल थेरपी (Stem Cell Therapy) : वृद्ध पेशी पुनर्स्थापित करण्यासाठी वापरण्यात येते.

CRISPR-जनकीय संपादन (CRISPR Gene Editing) : वृद्धत्वाशी संबंधित जनकीय दोष दुरुस्त



करण्याची संधी उपलब्ध.

सेनोलिटिक्स (Senolytics) : वृद्ध पेशी नष्ट करून दाहक (inflammatory) प्रभाव कमी करणारी औषधे

निष्कर्ष :

वृद्धत्व हा जैविक, आनुवंशिक आणि पर्यावरणीय घटकांवर अवलंबून असलेला नैसर्गिक प्रक्रिया आहे. मात्र, आधुनिक विज्ञान आणि संशोधनाच्या मदतीने ही प्रक्रिया संथ करणे आणि वृद्धापकाळाशी संबंधित आजार रोखणे शक्य आहे. लोपेझ-ओटिन (2013) यांनी मांडलेल्या वृद्धत्वाच्या वैशिष्ट्यांवर आधारित संशोधनाने वृद्धत्व आणि त्यावरील उपाय शोधण्याच्या दिशेने महत्त्वाचे योगदान दिले आहे. ब्लॅकबर्न (2015) यांनी टेलोमेअर्सच्या अभ्यासाद्वारे दीर्घायुष्य वाढवण्याच्या शक्यतांवर प्रकाश टाकला. वृद्धापकाळाच्या आण्विक यंत्रणेचे आकलन वृद्धापकाळाशी संबंधित आजारांसाठी प्रभावी हस्तक्षेप आणि उपचार विकसित करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे. जरी महत्त्वपूर्ण प्रगती झाली आहे, तरी या शोधांना क्लिनिकल अनुप्रयोगांमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी पुढील संशोधन आवश्यक आहे. वृद्धापकाळाच्या मूळ कारणांवर लक्ष केंद्रित करून, आपण वृद्ध लोकांच्या आरोग्य आणि जीवनाची गुणवत्ता सुधारू शकतो.

संदर्भ :

- लोपेझ-ओटिन, सी., ब्लास्को, एम. ए., पार्टिज, एल., सेरानो, एम., आणि क्रोमर, जी. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, 153(6), 1194-1217.
- ब्लॅकबर्न, ई. एच., एपेल, ई. एस., आणि लिन, जे. (2015). The Telomere Effect: A Revolutionary Approach to Living Younger, Healthier, Longer. ग्रँड सेंट्रल पब्लिशिंग
- हरमन, डी. (1956). Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry. *Journal of Gerontology*, 11(3), 298-300..
- क्नॉपमन, डी. एस., अमीवा, ए., पीटरसन, आर. सी., चेटलाट, जी., होल्ट्झमन, डी. एम., हायमन, बी. टी., आणि रोवे, सी. सी. (2021). अल्झायमर रोग (Alzheimer disease). *Nature Reviews Disease Primers*, 7(1), 1-27.
- माडीओ, एफ., कार्मोना-गुटेरेझ, डी., हॉफर, एस. जे., आणि क्रोमर, जी. (2019). Caloric restriction mimetics against age-associated disease: Targets, mechanisms, and therapeutic potential. *Cell Metabolism*, 29(3), 592-610.
- ढ.नॉर्थ, बी. जे., आणि सिंक्लेअर, डी. ए. (२०१२). The intersection between aging and cardiovascular disease. *Circulation Research*, 110(8), 1097-1108.
- हौ, वाय., डॅन, एक्स., बब्बर, एम., वेई, वाय., हॅसेलबाल्च, एस. जी., क्रोटो, डी. एल., आणि बोहर, व्ही. ए. (२०१९). Ageing as a risk factor for neurodegenerative disease. *Nature Reviews Neurology*, 15(10), 565-581.

