

कोशिकाओं की मृत्यु ज़रूरी है जीवन के लिए

डॉ. सुशील जोशी

यह तो सभी जानते हैं कि बहु-कोशिकीय जीवों का निर्माण कोशिकाओं के विभाजन के फलस्वरूप होता है। यही क्रिया एक-कोशिकीय जंतुओं में भी होती है मगर विभाजन के बाद बनी दोनों कोशिकाएं एक-दूसरे से स्वतंत्र हो जाती हैं और दो स्वतंत्र जीवों की तरह जीती हैं। मगर बहु-कोशिकीय जीवों में विभाजन के बाद कोशिकाएं उसी जीव का अंग बनी रहती हैं। इस बहु-कोशिकीय जीव के रख-रखाव के लिए सर्वथा नई व्यवस्थाओं का निर्माण हुआ है। उनमें से एक है कोशिकाओं के बीच संवाद; तभी तो वे मिल-जुलकर तालमेल से काम कर पाएंगी। इसके अलावा एक और व्यवस्था का निर्माण हुआ है जिसे सुव्यवस्थित कोशिका मृत्यु या प्रोग्राम्ड सेल डेथ कहते हैं। यह क्रिया एक-कोशिकीय जीवों में नहीं होती, बहु-कोशिकीय जीवों के लिए अनिवार्य है।

ऐसा नहीं है कि एक-कोशिकीय जीव मरते ही नहीं। मगर वे किसी विष या पोषण के अभाव या किसी अन्य तनाव के चलते मरते हैं। उनमें ऐसी कोई आंतरिक व्यवस्था नहीं होती कि कोशिका की मृत्यु हो। दूसरी ओर, बहु-कोशिकीय जीवों में सारी बाह्य परिस्थितियां जीवन के अनुकूल होने के बावजूद कोशिकाओं की मृत्यु निरंतर चलती रहती है। एक अनुमान के मुताबिक मानव शरीर में कोशिका विभाजन के फलस्वरूप प्रति सेंकड 1 लाख कोशिकाओं का निर्माण होता है, और लगभग इतनी ही कोशिकाएं मृत्यु को प्राप्त होती हैं।

किसी चोट या विष या तनाव के असर से जब कोशिका मृत्यु होती है तो उसे नेक्रोसिस कहते हैं जबकि आंतरिक कारणों से होने वाली व्यवस्थित कोशिका

मृत्यु को एपोप्टोसिस का नाम दिया गया है। दोनों में कुछ बुनियादी अंतर हैं। इनके अंतर में जाने से पहले यह देखते हैं कि बहु-कोशिकीय सजीवों के

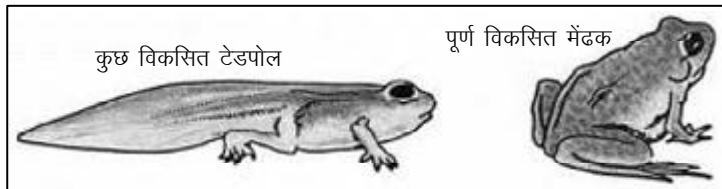
जीवन में इस व्यवस्था का क्या महत्त्व है।

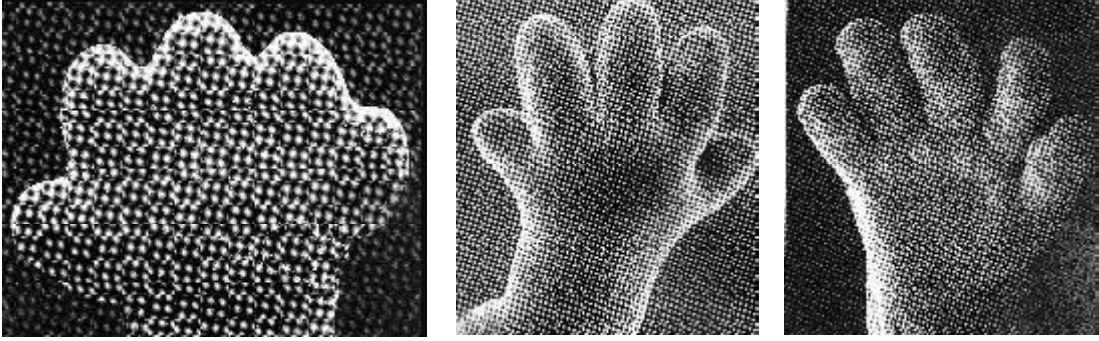
एक ज़रूरी क्रिया

जिन लोगों ने जीव विज्ञान के प्रयोग किए हैं वे मेंढक के जीवन चक्र से परिचित होंगे। मेंढक के अंडों से मेंढक नहीं निकलते। इनमें से जो जंतु निकलते हैं, वे काफी अलग दिखते हैं। इन्हें टेडपोल कहते हैं। इनकी पूंछ होती है, टांगें नहीं होती, सांस लेने के लिए गलफड़े होते हैं। इन टेडपोल्स का धीरे-धीरे विकास होता है। विकास के दौरान टांगें विकसित होती हैं, तो हम कह सकते हैं कि यह काम नई कोशिकाएं बनने के फलस्वरूप होता है। मगर मेंढक बनने की क्रिया में टेडपोल की पूंछ गायब हो जाती है। वह पतझड़ में पत्तियों के झड़ने समान झड़ती नहीं, बल्कि अंदर ही अंदर सोख ली जाती है। यह काम एपोप्टोसिस की बदौलत होता है।

मनुष्य के भ्रूण के विकास के दौरान भी एपोप्टोसिस महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। भ्रूण के हाथ-पैरों में उंगलियों के बीच खाली स्थान नहीं होता। उंगलियों के बीच एक जाल-सा फैला होता है। विकास के दौरान उंगलियों के बीच की कोशिकाएं एपोप्टोसिस के ज़रिए नष्ट की जाती हैं और उंगलियां अलग-अलग हो जाती हैं। इसी प्रकार से मानव भ्रूण में लैंगिक अंगों के विकास में भी एपोप्टोसिस अहम भूमिका निभाता है। यानी जहां कोशिका निर्माण शरीर की रचना का कच्चा माल (मिट्टी) उपलब्ध कराता है, वहीं एपोप्टोसिस उसे तराशने का काम करता है।

सबसे पहले जर्मन वैज्ञानिक कार्ल फोग्ट ने 1842 में





उंगलियों का विकास: छठे सप्ताह तक उंगलियां छोटे-छोटे उभारों के रूप में दिखने लगती हैं। सातवें सप्ताह में उंगलियों के बीच की कोशिकाओं में एपोप्टोसिस शुरू हो जाता है और आठवें सप्ताह तक उंगलियां पूरी तरह अलग-अलग हो जाती हैं।

एपोप्टोसिस का वर्णन किया था और वाल्टर फ्लेमिंग ने 1885 में इसका बारीक विवरण प्रस्तुत किया था। मगर एपोप्टोसिस और चोटग्रस्त कोशिका मृत्यु के बीच स्पष्ट भेद करने का काम 1965 में जॉन फॉक्सटन रॉस केर ने किया। तब से कई वैज्ञानिकों ने इस प्रक्रिया का अध्ययन किया है।

तो, एपोप्टोसिस का महत्त्व सजीवों के परिवर्धन में है। जैसे मानव मस्तिष्क के निर्माण के दौरान जब तंत्रिकाओं के बीच कड़ियां जुड़ती हैं तो लगभग आधी तंत्रिकाओं की मृत्यु ज़रूरी होती है क्योंकि ज़रूरत से बहुत ज़्यादा तंत्रिकाओं का निर्माण हो जाता है।

यह प्रक्रिया कई अन्य दृष्टि से भी महत्त्वपूर्ण है। जैसे, ऊपर हमने देखा कि सामान्यतः मनुष्य के शरीर में प्रति सेकंड 1 लाख कोशिकाओं का निर्माण होता है। ये सारी कोशिकाएं जीवित रहें तो शरीर की हालत पतली (या कहें, मोटी) हो जाएगी। इसलिए 1 लाख कोशिकाएं मृत्यु का वरण करती हैं।

बहु-कोशिकीय जीवों में एपोप्टोसिस की ज़रूरत एक अन्य कारण से भी होती है। इसका सम्बंध उन क्षतिग्रस्त या संक्रमित कोशिकाओं को नष्ट करने से है जो पूरे जीव के लिए खतरा बन सकती हैं।

जैसे, हमारे शरीर में कई बार वायरस का संक्रमण होता है। वायरस की एक विशेषता यह होती है कि वह कोशिकाओं के अंदर घुसकर बैठ जाता है। ऐसे में हमारे

प्रतिरक्षा तंत्र के लिए वायरस को मार गिराना संभव नहीं रहता। ऐसी वायरस संक्रमित कोशिकाओं को मारना होता है। इसका एक तरीका टी-लिम्फोसाइट द्वारा एपोप्टोसिस है।

इसी प्रकार से जब हमारे प्रतिरक्षा तंत्र द्वारा बनाई गई प्रतिरक्षा कोशिकाएं अपना काम कर चुकी होती हैं, तो इन्हें हटाना होता है। यदि ऐसा न किया जाए, तो ये अपने ही शरीर के अंगों पर हमला बोल देती हैं। जैसे यह देखा गया है कि उपरोक्त टी-लिम्फोसाइट एक-दूसरे में और स्वयं में एपोप्टोसिस को अंजाम देती हैं। एपोप्टोसिस व्यवस्था में खामी रह जाए, तो आत्म-प्रतिरक्षी रोग (जैसे गठिया - रुमेटॉइड आर्थ्राइटिस) की आशंका बढ़ जाती है।

वैसे तो सभी केंद्रक-युक्त (यूकेरियोटिक) कोशिकाओं में डीएनए की मरम्मत की व्यवस्था होती है मगर कई बार डीएनए में हुई क्षति की मरम्मत नहीं हो पाती। ऐसी कोशिकाएं जन्मजात विकृतियों का कारण बन जाती हैं। ऐसी कोशिकाएं कई बार बेलगाम विभाजन करने लगती हैं और कैंसर का रूप ले सकती हैं। देखा गया है कि इस तरह की कोशिकाओं में एक प्रोटीन पी-53 का उत्पादन बढ़ जाता है जो एपोप्टोसिस को उकसाने वाला पदार्थ है।

इस सारे विवरण से इतना तो स्पष्ट है कि एपोप्टोसिस बहु-कोशिकीय जीवों के जीवन में अत्यंत महत्त्वपूर्ण क्रिया है। कई वैज्ञानिक तो इसे बहु-कोशिकीय जीवों का एक अनिवार्य लक्षण मानते हैं। बल्कि यहां तक कहा जाता है कि

यदि एपोटोसिस का विकास न हुआ होता तो बहु-कोशिकीय जीवों का अस्तित्व संभव न होता। कई ऐसे एक-कोशिकीय जीवों में भी एपोटोसिस जैसी क्रिया देखी गई है जिनमें जीवन चक्र की किसी अवस्था में कोशिकाएं आपस में जुड़कर बहु-कोशिकीय समूह बनाती हैं।

हमने ऊपर कहा था कि नेक्रोसिस और एपोटोसिस में काफी फर्क होता है। अब उसी की बात करते हैं और फिर एपोटोसिस की क्रियाविधियों पर कुछ चर्चा करेंगे।

नेक्रोसिस और एपोटोसिस

नेक्रोसिस और एपोटोसिस के बीच सबसे स्पष्ट अंतर तो दोनों क्रियाओं के दौरान होने वाले आकारिकीय परिवर्तनों से है। मोटे तौर पर कहें, तो नेक्रोसिस के दौरान कोशिका व उसके विभिन्न उपांग फूल जाते हैं और झिल्लियां फट जाती हैं। तब कोशिका के अंदरूनी पदार्थ आसपास अनियंत्रित

ढंग से फैल जाते हैं। इसकी वजह से उस ऊतक में सूजन व तकलीफ पैदा होती है।

दूसरी ओर, एपोटोसिस के दौरान जो क्रियाएं होती हैं, वे एकदम अलग हैं। एपोटोसिस के दौरान कोशिका सिकुड़ती है, उसकी आकृति बिगड़ जाती है, आसपास की कोशिकाओं से उसका संपर्क समाप्त हो जाता है। उसका क्रोमेटिन भी सिकुड़ता है और केंद्रक झिल्ली से चिपक जाता है। ऐसी कोशिका की झिल्ली पर कुछ फफोले से उभर आते हैं और अंततः कोशिका छोटे-छोटे टुकड़ों में बंट जाती है। ये टुकड़े झिल्लियों में बंद होते हैं। इसके बाद इन टुकड़ों को कोशिका-भक्षी कोशिकाएं (फेगोसाइट्स) निगल लेती हैं और कोई पदार्थ आसपास बिखरता नहीं। लिहाजा आसपास कोई सूजन वगैरह भी पैदा नहीं होती।

इससे स्पष्ट है कि एपोटोसिस वह क्रिया नहीं है जिसमें कोशिका को तहस-नहस किया जाता है। यह तो

एक ऐसी प्रक्रिया है जो कई सुव्यवस्थित चरणों में सम्पन्न होती है और इसे सम्पन्न करवाने के लिए कई सारे एंजाइम भी होते हैं।

एपोटोसिस की क्रियाविधि

क्रियाविधि के स्तर पर देखा जाए, तो दरअसल हर कोशिका हर समय जीने-मरने को तैयार होती है। वह जीएगी या मरेगी, यह उसे मिलने वाले संकेतों पर निर्भर करता है। इन्हें हम सकारात्मक और नकारात्मक संकेत कह सकते हैं। सकारात्मक संकेत वे हैं जो कोशिका के जीवित बने रहने के लिए जरूरी हैं और नकारात्मक संकेत वे हैं जो उसे आत्महत्या करने का निर्देश देते हैं।

कोशिका का जीवन तब खतरे में पड़ जाता है जब या तो सकारात्मक संकेत मिलने बंद हो जाएं या नकारात्मक

बहु-कोशिकीय जीवों के चार तत्त्व

1. विभेदन

वास्तविक बहु-कोशिकीय जीवों में कोशिकाएं स्थायी रूप से विशेषीकृत (विभेदित) हो जाती हैं।

2. पोलिमॉर्फिक संदेशों के ज़रिए संवाद

बहुकोशिकीय जीवों की कोशिकाएं डी.एन.ए. के माध्यम से कदापि परस्पर संवाद नहीं करतीं। उनमें संदेशों का आदान-प्रदान संदेशवाहक अणुओं के माध्यम से होता है। इन संदेशों का अर्थ प्रेषक कोशिका द्वारा नहीं बल्कि ग्राही कोशिका द्वारा निर्धारित होता है।

3. कोशिका-बाह्य संरचनाएं

किसी भी बहुकोशिकीय जीव की पहचान उसकी बाह्य संरचनाओं द्वारा होती है। बहुकोशिकीय जीव और बायोफिल्म कोशिका से बाहर संरचनाएं बनाते हैं (जैसे संयोजी ऊतक, हड्डियां, कवच वगैरह)। इसका मतलब है कि ऐसे जीवों का 'स्व' कोशिका के अलावा कोशिका-बाह्य संरचनाओं से भी निर्धारित होता है।

4. एपोटोसिस

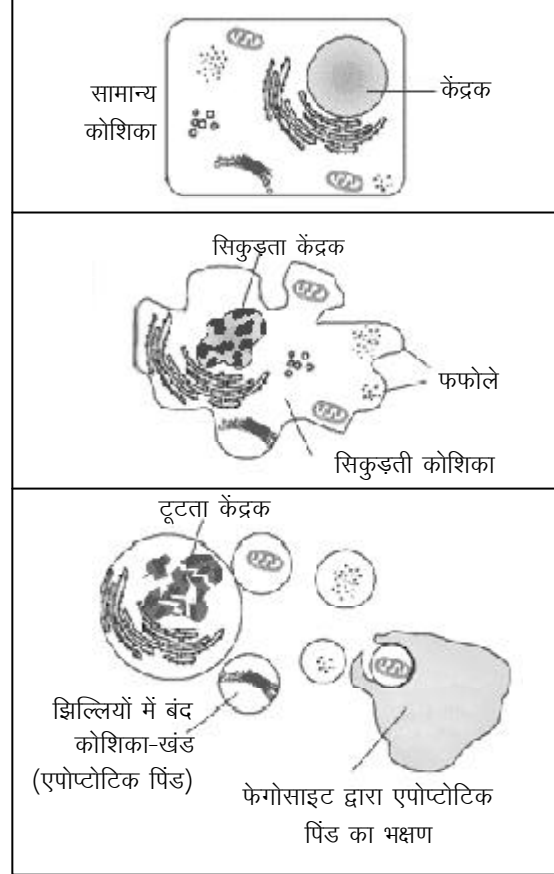
हर स्वस्थ बहु-कोशिकीय कोशिका खुदकुशी करने को तैयार रहती है। एपोटोसिस एक बहु-कोशिकीय परिप्रेक्ष्य है जिसमें एक-एक कोशिका समूचे बहु-कोशिकीय जीव के भले के लिए कुरबान होने को तत्पर है। ऐसा माना जाता है कि एपोटोसिस का विकास डी.एन.ए. प्रतिलिपिकरण में होने वाली त्रुटियों, वायरस संक्रमण तथा अविभेदित दुष्ट कोशिकाओं से निपटने के लिए हुआ है मगर जीव इसका उपयोग अपनी आकृति तराशने में भी करते हैं।

संकेत मिलने लगे। आम तौर पर सकारात्मक संकेत अन्य कोशिकाओं से या उस सतह से मिलते हैं जिस पर वह कोशिका टिकी हुई है। यदि अन्य कोशिकाओं से या उस सतह से संपर्क टूट जाए तो सकारात्मक संकेत मिलना बंद हो जाते हैं और कोशिका एपोप्टोसिस के लिए तैयार हो जाती है।

नकारात्मक संकेतों में सबसे प्रमुख है किसी कोशिका में ऑक्सीकारकों का अत्यधिक जमावड़ा। इसके अलावा पराबैंगनी किरणें, एक्स किरणें और कुछ कीमोथेरेपी दवाइयां भी कोशिका के डीएनए को क्षति पहुंचाती हैं और नकारात्मक संकेत का काम करती हैं। इसके अलावा यदि कोशिका में ऐसे प्रोटीन्स की मात्रा बढ़ जाए जो ठीक तरह से फोल्ड न हो पाए हों, तो भी एपोप्टोसिस की स्थिति बन सकती है। कुछ ऐसे अणु होते हैं जो कोशिका की बाहरी सतह पर चिपककर एपोप्टोसिस की शुरुआत करते हैं। इनमें कैंसर कोशिकाओं को पहचानने वाले अणु या वायरस संक्रमित कोशिकाओं को पहचानने वाली कोशिकाएं शामिल हैं।

आप देख ही सकते हैं कि एपोप्टोसिस तीन तरह से हो सकता है: एक, जो कोशिका के अंदर से ही शुरू होता है, दूसरा, जो कोशिका सतह पर मृत्यु निर्देशक पदार्थों के चिपकने पर शुरू होता है, और तीसरा वह जो क्रियाशील ऑक्सी पदार्थों द्वारा शुरू किया जाता है। इन तीनों के द्वारा शुरू की गई क्रियाविधियां अलग-अलग रास्तों से कोशिका को सुरक्षित मृत्यु तक ले जाती हैं। उन रास्तों का पता मूलतः एक कृमि पर किए गए अध्ययनों से मिला है। मजेदार बात यह है कि ये रास्ते छोटे-मोटे संशोधनों के साथ स्तनधारियों समेत सभी बहु-कोशिकीय जंतुओं में पाए जाते हैं। इससे पता चलता है कि जैव विकास की प्रक्रिया में एपोप्टोसिस और उसके मार्ग संरक्षित रहे हैं।

कुल मिलाकर एपोप्टोसिस की प्रक्रिया का बहु-कोशिकीय सजीवों के जीवन में काफी महत्वपूर्ण स्थान है। जैसा कि



हमने देखा, यह प्रक्रिया सजीवों के परिवर्धन, विभेदन, शरीर के संतुलन के रख-रखाव, प्रतिरक्षा तंत्र के नियमन व कामकाज और हानिकारक कोशिकाओं का सफाया करने में मददगार है। यह प्रक्रिया ठीक से न चले तो कई व्याधियां उत्पन्न हो सकती हैं। एपोप्टोसिस में गड़बड़ी कैंसर, आत्म-प्रतिरक्षा रोगों और वायरस के प्रसार का सबब बन सकती है। दूसरी ओर, यदि एपोप्टोसिस अतिसक्रिय हो जाए तो इसके परिणाम तंत्रिका क्षति रोगों (जैसे पार्किन्सन, एल्जाइमर वगैरह) तथा एड्स के रूप में सामने आ सकते हैं। **(स्रोत फीचर्स)**