शरीर क्रिया के फिंगर प्रिंट

डॉ. डी. बालसुब्रमण्यन

क्या आप जानते हैं कि मानव शरीर में 2500 छोटे-छोटे रासायनिक अणु (जो शरीर की चयापचय क्रिया से बनते हैं), 1200 औषधियां और 3500 भोजन के घटक मौजूद होते हैं?

इस फेहरिस्त को ही मेटाबोलोम कहते हैं। आश्चर्य की बात तो यह है कि इनमें से कई चयापचयी पदार्थ वही हैं जो धरती के सारे सजीवों में पाए जाते हैं - *ई. कोली* नामक बैक्टीरिया से लेकर हाथी तक। हमें ये चयापचयी पदार्थ अरबों वर्षों पूर्व के आदिम जीवों से विरासत में मिले हैं।

जब कुछ बरस पहले हमारे शरीर में मौजूद समस्त जीन्स की डी.एन.ए. ृंखला यानी हमारे जीनोम का खुलासा हुआ, तब मासूमियत से भरा विश्वास यह था कि हमने जीवन की किताब के पन्ने पढ़ लिए हैं और अब जल्दी ही हम अपने शरीर में चल रही सारी जैविक क्रियाओं की गुत्थी को सुलझा लेंगे।

अलबत्ता, डॉ. एरिक लैंडर ने कहा था कि जीनोम का खुलासा करना लगभग वैसा ही है जैसे आप उन पुर्ज़ों की सूची बना लें जिनको जोड़कर बोईंग 747 विमान बनता है। चुनौती तो अब शुरू होती हैः कि ये पुर्ज़े आपस में किस तरह जुड़े हैं, प्रत्येक पुर्ज़ा क्या करता है, ये आपस में तालमेल कैसे बनाते हैं और कैसे एक-दूसरे पर नियंत्रण रखते हैं। यह समझना एक नए विषय - तंत्रगत जीव विज्ञान (सिस्टम्स बायोलॉजी) - के कार्यक्षेत्र में आता है।

गौरतलब है कि जीव विज्ञान के पूरे तरीके और प्रस्तुतिकरण के पूरे नज़रिए में काफी बदलाव आया है - पहले सोच 'और कुछ नहीं ' ('कोशिका और कुछ नहीं मात्र रासायनिक क्रियाओं का एक समुच्चय है') पर केंद्रित था, आज हम एक तंत्र की भाषा में बात कर रहे हैं।

किसी भी जीव का जीनोम अर्थात पूरा डी.एन.ए. उसकी अधिकांश कोशिकाओं में पाया जाता है। मगर यह हर कोशिका में 'व्यक्त' नहीं होता। जहां पैंक्रियाज़ की आइलेट कोशिकाएं इन्सुलिन बनाती हैं, वहीं उसी जीनोम से लैस मांसपेशियों की कोशिकाएं ऐसा नहीं करतीं। आइलेट में बनने वाले कई प्रोटीन मांसपेशियों में बनने वाले प्रोटीन्स से भिन्न होते हैं। दोनों में जीनोम समान है मगर 'प्रोटीयोम्स' अलग-अलग हैं।

जैसा कि नाम से ही ज़ाहिर है, प्रोटियोम का मतलब होता है किसी कोशिका में जीनोम द्वारा निर्मित समस्त प्रोटीनों का भण्डार। इसी को आगे बढ़ाएं तो मानव प्रोटीयोम का मतलब होगा मानव शरीर के विभिन्न हिस्सों द्वारा निर्मित कुल प्रोटीन्स।

अलग-अलग कोशिकाओं द्वारा तथा विकास की अलग-अलग अवस्थाओं में अलग-अलग प्रोटीन्स का निर्माण किया जाता है। इसके अलावा एक ही कोशिका का प्रोटियोम स्वस्थ स्थिति में और अस्वस्थ स्थिति में अलग-अलग हो सकता है।

दरअसल जीनोम किसी भी जीव का अपेक्षाकृत कम गतिशील घटक होता है जबकि प्रोटियोम शरीर के विभिन्न अंगों की पल-पल बदलती परिस्थिति का द्योतक होता है। इस पर इस बात का असर पड़ता है कि कोशिका के अंदर क्या चल रहा है - वृद्धि, विभेदन, क्षति, विभाजन - और बाहर के परिवेश में क्या चल रहा है।

प्रोटियोम को पढ़ने के लिए किसी कोशिका के पूरे पदार्थ को पोलीमर जेल से बनी एक परत पर उड़ेलते हैं और फिर सारे प्रोटीन्स को अलग-अलग करके पहचानते हैं। रोचक बात यह है कि हमारे जीनोम में करीब 30,000 जीन्स यानी निर्देश वाक्य हैं मगर हमारा प्रोटियोम अर्थात उन निर्देशों के आधार पर बने पदार्थों का जखीरा लगभग 100,000 का है।

एक ओर तो इससे हमें अपने प्रोटियोम की गतिशीलता का अंदाज़ लगता है, वहीं, दूसरी ओर, यह एक पहेली भी है कि अभिव्यक्ति के दौरान क्या व कैसे फायदा या नुकसान होता है और क्यों एक कोशिका के घटक किसी अन्य किस्म की कोशिका से इतने भिन्न होते हैं।

अब मेटाबोलोम की बात करें। मेटाबोलोम शब्द का सम्बंध किसी जीव में निर्मित छोटे-छोटे अणुओं के समुच्चय

को कहते हैं। ये पदार्थ चयापचय के दौरान बनते हैं और इन्हें मेटाबोलाइट कहते हैं। मेटाबोलाइट्स कोशिका के कार्यकारी हैं - ये सामान्य वृद्धि, विकास और प्रजनन में भाग लेते हैं। जहां डी.एन.ए., आर.एन.ए. और प्रोटीन्स तो लंबी ृंखलाएं हैं जो चंद मूल इकाइयों के जुड़ने से बनी हैं, वहीं मेटाबोलाइट्स छोटे-छोटे अणु हैं और इनकी कुल संख्या 7000 तक हो सकती है।

मेटाबोलोम के अंतर्गत शरीर में चल रही तमाम चयापचय क्रियाओं का एक नेटवर्क होता है। इनमें से अधिकांश क्रियाएं एन्ज़ाइम की मदद से सम्पन्न होती हैं। ऐसी एक क्रिया के उत्पाद अन्य क्रियाओं के लिए क्रियाकारी यानी प्रारंभिक पदार्थ होते हैं।

ये सारी क्रियाएं मिलकर चयापचय नेटवर्क बनाती हैं जिसका बहुत विस्तृत विवरण विभिन्न जैव-रसायनविद लंबे समय से करते आ रहे हैं। इनमें एम्डन व मेयरहॉफ, कोरी द्वय, डेविड ग्रीन, पी.एस. शर्मा, बी.सी. गुहा वगैरह प्रमुख रहे हैं।

मेटाबोलोमिक्स का अर्थ होता है सजीवों में चयापचय के खाके या रासायनिक फिंगर प्रिंट्स का व्यवस्थित अध्ययन। यह तो प्रोटियोमिक्स से भी ज़्यादा परिवर्तनशील होता है।

कोशिकाएं और जीव दोनों ही इस मायने में खुले तंत्र हैं कि वे अपने परिवेश के साथ ऊर्जा व पदार्थों का लेनदेन करते रहते हैं। इसलिए स्वस्थ व अस्वस्थ दोनों अवस्थाओं में मेटाबोलोमिक्स यानी चयापचय का मात्रात्मक विश्लेषण महत्व रखता है।

तंत्रगत जीव विज्ञान के नए क्षेत्र में जीनोम, प्रोटियोम और मेटाबोलोम के एकीकरण की कोशिश होती है ताकि किसी सजीव तंत्र की गतिशीलता का एक ज़्यादा संपूर्ण चित्र हासिल किया जा सके। रोज़मर्रा के जीवन में देखें तो जब पैथॉलॉजी प्रयोगशाला में तकनीशियन शर्करा, यूरिया, क्रिएटिनीन, तथा कई अन्य चयापचय पदार्थों का मापन एक साथ करते हैं तो वास्तव में वे मेटाबोलोम का ही आकलन करते हैं। किसी एक पदार्थ का मापन अधूरा काम होता है क्योंकि कई सारे ऐसे पदार्थों के मापन से ही हमें गतिशील चित्र मिलता है।

मेटाबोलोमिक्स की चुनौती बस यही है - एक नमूने में एक ही समय पर 100 तक चयापचय पदार्थों का मापन। (गौरतलब है कि इस विषय की स्थापना लायनस पौलिंग ने 1971 में की थी। वे इसे ऑर्थो मालीक्यूलर चिकित्सा कहते थे।) आज क्रोमेटोग्राफी व मास स्पेक्ट्रोमिट्री की बदौलत इस तरह के अध्ययन काफी आसान हो गए हैं।

इस तरह के मेटाबोलाइट चित्र यह समझने में बहुत मददगार होते हैं कि किसी जीन में उत्परिवर्तन का क्या परिणाम होता है। इसी तरह के अध्ययनों से हमें यह भी समझने में मदद मिलती है कि क्यों थोड़ी मात्रा में कैरोटीन आंखों के लिए लाभदायक है मगर इसी की अधिकता कैंसरकारी हो सकती है।

इस तरह के अध्ययन खास तौर से खमीर के संदर्भ में सफल रहे हैं। खमीर एक जीव है जिसमें करीब 5000 जीन्स होते हैं। खमीर की एक विशेषता यह है कि इसके लगभग इतने ही ऐसे रूप पाए जाते हैं जिनमें एक-एक जीन उत्परिवर्तित हो चुका है। लंदन के इम्पीरियल कॉलेज के शोधकर्ता समूह ने खमीर की इस विशेषता का फायदा उठाते हुए खमीर के जीनोम का व्यवस्थित कामकाजी विश्लेषण किया है।

आप समझ ही गए होंगे, किसी जीव के मेटाबोलाइट के स्तर का मापन करके इसे उस जीव के जैव-रासायनिक नेटवर्क से जोड़कर देखने के लिए बायो-इन्फॉर्मेटिक्स, डैटा विश्लेषण और प्रबंधन की मदद ज़रूरी है। लिहाज़ा तंत्रगत जीव विज्ञान एक निहायत बहु-विषयी क्षेत्र है - इसमें जैव रसायन, बायोइन्फॉर्मेटिक्स, कंप्यूटर मॉडलिंग और डैटा विश्लेषण का उपयोग करना होता है। और इससे प्राप्त जानकारी भी बहुत समृद्ध होती है - आप दवाइयों की विषाक्तता, बीमारियों के निदान, मेटाबोलिक फिंगर प्रिंट और बुनियादी जीव विज्ञान सम्बंधी समझ हासिल कर पाते हैं। यह एक ऐसा क्षेत्र है जो अभी विकसित हो रहा है, जिसमें भारत एक अहम भूमिका निभा सकता है। इसके लिए जीव वैज्ञानिकों, कंप्यूटर वैज्ञानिकों और सिस्टम्स विश्लेषणकर्ताओं को मिलकर काम करना होगा। ***(स्रोत विशेष फीचर्स)***