દોડવીરો એન્ટીક્લોકવાઇઝ જ કેમ દોડે છે?

એક નાનકડા વળાંક પાછળ છુપાયેલું મોટું વિજ્ઞાન

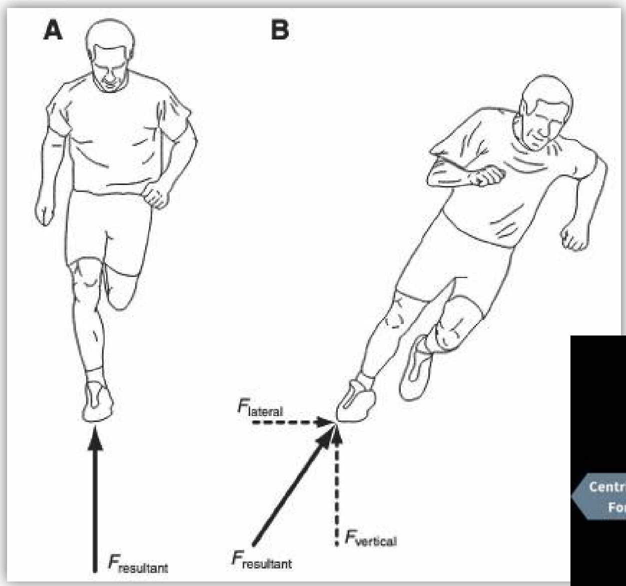
પ્રશ્ન એ છે કે આખરે ડાબી બાજુ જ કેમ વળવાનું? જમણી બાજુ કેમ નહીં? આ પ્રશ્નનો જવાબ માત્ર એક કારણમાં મળતો નથી, તેની પાછળ રમતનો ઇતિહાસ, માનવ શરીરની રચના, દોડવાની biomechanics, મગજની spatial processing, balance system અને વળાંક પર લાગતાં ભૌતિકશાસ્ત્રનાં નિયમોનો રસપ્રદ સમન્વય છે

સાયન્સ એન્ડ નોલેજ
★ ધનંજય રાવલ

તમે ક્યારેય ધ્યાન આપ્યું છે કે ઓલિમ્પિક્સ હોય, વર્લ્ડ ચેમ્પિયનશિપ હોય કે સામાન્ય એથ્લેટિક ટ્રેક એટલે કે ગોળ ટ્રેક પર ધાવકો લગભગ હંમેશા એન્ટીક્લોકવાઇઝ એટલે કે ઘડિયાળની વિરુદ્ધ દિશામાં કેમ દોડે છે? આપણે તેને રમતના એક સામાન્ય નિયમ તરીકે સ્વીકારી લીધો છે, પરંતુ પ્રશ્ન એ છે કે આખરે ડાબી બાજુ જ કેમ વળવાનું? જમણી બાજુ કેમ નહીં? આ પ્રશ્નનો જવાબ માત્ર એક કારણમાં મળતો નથી, તેની પાછળ રમતનો ઇતિહાસ, માનવ શરીરની રચના, દોડવાની biomechanics, મગજની spatial processing, balance system અને વળાંક પર લાગતાં ભૌતિકશાસ્ત્રનાં નિયમોનો રસપ્રદ સમન્વય છે.

આ દિશા હંમેશાથી નક્કી નહોતી. આધુનિક ઓલિમ્પિક્સના શરૂઆતના સમયમાં ટ્રેક દોડની દિશા આજની જેમ નિશ્ચિત નહોતી. 1896ની એથેન્સ ઓલિમ્પિક્સમાં ટ્રેક દોડ clockwise દિશામાં યોજાઈ હતી. ત્યારબાદ ધીમે ધીમે counter-clockwise દિશા પ્રમાણભૂત બનતી ગઈ અને 1908ની લંડન ઓલિમ્પિક્સથી આ પદ્ધતિ મોટા પ્રમાણમાં પ્રચલિત થઈ. પછી આંતરરાષ્ટ્રીય રમત સંસ્થાઓના નિયમોમાં પણ ટ્રેકની દિશા સ્થિર થઈ. એટલે આજની દોડની દિશા માત્ર કોઈ "કુદરતી નિયમ"નું પરિણામ નથી; તેમાં રમતના ઇતિહાસ અને નિયમોની પણ મોટી ભૂમિકા છે.

પરંતુ અહીંથી વિજ્ઞાનની રસપ્રદ વાત શરૂ થાય છે. સીધી લાઇનમાં દોડતી વખતે બંને પગનું કાર્ય લગભગ સમાન પ્રકારનું હોય છે, પરંતુ ગોળ ટ્રેક પર દોડતી વખતે પરિસ્થિતિ બદલાઈ જાય છે. ધાવકને એકસાથે બે કામ કરવાનાં હોય છે. એક તો સતત આગળ પણ વધવું અને સતત વળાંક પણ લેવો. Counter-clockwise દોડતી વખતે ડાબો પગ ટ્રેકની અંદરની બાજુ રહે છે અને જમણો પગ બહારની બાજુ. બંને પગ જમીન પર સમાન પ્રકારનું બળ ઉત્પન્ન કરતા નથી. શરીરને વળાંકની અંદર તરફ નિયંત્રિત કરવા માટે એક પ્રકારનું બળ અને આગળ ધકેલવા માટે બીજું બળ જરૂરી બને છે. એટલે curved running સીધી દોડ કરતાં biomechanically વધુ જટિલ છે.



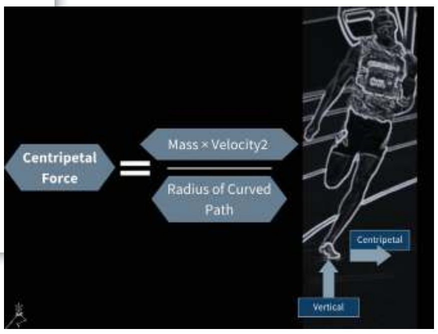
આ સમગ્ર પ્રક્રિયાને સમજવા માટે biomechanics શબ્દ સમજવો જરૂરી છે. Biomechanics એટલે શરીર પર લાગતાં બળ અને શરીરની ગતિ વચ્ચેનો વૈજ્ઞાનિક સંબંધ. જ્યારે દોડવીરો ઝડપથી વળાંક લે છે ત્યારે તેનું શરીર થોડું અંદરની તરફ ઝૂકે છે. તેનું કારણ એ છે કે શરીરને વળાંકની અંદર તરફ રાખવાજરૂરી force મેળવવું પડે છે. જો તમે દોરડામાં બાંધેલો બોલ ગોળ ફેરવો તો દોરડું બોલને અંદરની તરફ ખેંચે છે. દોડતી વખતે પણ જમીન સાથે પગના સંપર્કથી મળતાં forces શરીરને વળાંકમાં રાખવામાં મદદ કરે છે. ઝડપ જેટલી વધારે અને વળાંક જેટલો તીવ્ર, શરીરને નિયંત્રિત કરવા માટેની biomechanical માંગ એટલી વધારે.

આ સમયે પગનો જમીન સાથેનો સંપર્ક, પગ મૂકવાનો ખુણો ,ઘૂંટણની ગતિ, ankle અને hipની સ્થિતિ તથા જમીન તરફથી મળતું ground reaction force ખૂબ મહત્વનું બને છે. ધાવકનો દરેક પગ જમીનને માત્ર પાછળ ધકેલતો નથી; તે શરીરને સંતુલિત રાખવા અને યોગ્ય દિશામાં વાળવા માટે પણ કામ કરે છે. એટલે ટ્રેકના વળાંક પર એક સારો ધાવક ખરેખર પોતાના શરીર સાથે સતત "બળનું ગણિત" કરી રહ્યો હોય છે. ભલે તેને તેની આ વાતની ખબર ન હોય.

આમાં માનવ શરીરની એક મહત્વની વિશેષતા પણ જોડાયેલી છે. તે છે left-right asymmetry. આપણું શરીર બંને બાજુથી સંપૂર્ણપણે સરખું નથી. મોટાભાગના લોકો એક હાથ અથવા એક પગનો બીજા કરતાં વધુ ઉપયોગ કરે છે. કોઈ જમણા પગથી બોલને વધુ શક્તિશાળી રીતે મારી શકે છે, જ્યારે balance માટે ડાબા પગનો વધુ ઉપયોગ કરતો હોઈ શકે છે. તેથી "90 ટકા લોકો જમણા પગવાળા છે એટલે counter-clockwise દોડવું સરળ છે" એવું સીધું કહેવું યોગ્ય નથી. જમણા પગનું પ્રભુત્વ ચોક્કસપણે running biomechanicsને અસર કરી શકે છે, પરંતુ તેને counter-clockwise દોડવાનું એકમાત્ર કારણ માનવા માટે પૂરતો વૈજ્ઞાનિક પુરાવો નથી. હવે વાત આવે છે આપણા મગજની. દોડતી વખતે આપણું મગજ માત્ર પગને હલાવવાનું કામ કરતું નથી. આંખો સતત ટ્રેક, લાઇન, વળાંક અને આગળ દોડતા અન્ય ખેલાડીઓની સ્થિતિ વિશે માહિતી મોકલે છે. મગજ આ માહિતી પરથી સતત નક્કી કરે છે કે શરીર ક્યાં છે, આગળનો વળાંક કેટલો છે અને આગળનો પગ ક્યાં મૂકવો જોઈએ.

આ પ્રક્રિયાને spatial processing સાથે જોડવામાં આવે છે. એટલે ધાવકની દોડમાં આંખો અને મગજની ભૂમિકા એટલી જ રસપ્રદ છે જેટલી પગ અને સ્નાયુઓની.

આ સાથે શરીરમાં એક અદૃશ્ય "GPS" પણ છે, જેને proprioception કહેવાય છે. આંખો બંધ હોય ત્યારે પણ આપણને ખબર હોય છે કે આપણો હાથ ક્યાં છે, ઘૂંટણ કેટલું વળેલું છે અથવા



શરીર કઈ સ્થિતિમાં છે. સ્નાયુઓ, tendons અને jointsમાં રહેલા receptors સતત મગજને માહિતી મોકલે છે. દોડતી વખતે મગજને ક્ષણે ક્ષણે ખબર પડે છે કે પગ જમીન પર ક્યાં પડ્યો, કેટલું બળ આવ્યું, ઘૂંટણ અને પગનો કોણ કેટલો છે અને હવે આગળનું પગલું કેવી રીતે ભરવું.

આ ઉપરાંત કાનની અંદર રહેલું vestibular system પણ મહત્વપૂર્ણ છે. Inner earમાં રહેલી આ વ્યવસ્થા માથાની ગતિ અને શરીરના acceleration વિશે મગજને માહિતી આપે છે. એટલે જ્યારે ધાવક વળાંક લે છે ત્યારે ત્રણ મહત્વની માહિતી એકસાથે મગજ સુધી પહોંચે છે. તે ઉપરાંત આંખો બહારની દુનિયા વિશે માહિતી આપે છે, vestibular system શરીરની ગતિ અને balance વિશે માહિતી આપે છે અને proprioception શરીરના જુદા જુદા અંગોની સ્થિતિ વિશે માહિતી આપે છે. મગજ આ ત્રણેય માહિતીનું સંકલન કરીને ધાવકને સંતુલિત રાખે છે.

કેટલાક સંશોધનોમાં માનવોમાં ડાબી તરફ અથવા counter-clockwise દિશામાં વળવાની એક વૃત્તિ પણ જોવા મળી છે. પરંતુ અહીં પણ સાવચેતી જરૂરી છે. તેનો અર્થ એવો નથી કે માનવ મગજ માટે clockwise દિશા "ખોટી" છે. Brain lateralization, visual attention, balance, handedness અને footedness જેવા અનેક પરિબળો તેમાં ભાગ ભજવી શકે છે. એટલે "મગજ કુદરતી રીતે હંમેશા counter-clockwise જ પસંદ કરે છે" એવું કહેવું વૈજ્ઞાનિક રીતે વધારે પડતું હશે.

વૈજ્ઞાનિક રીતે સૌથી રસપ્રદ પુરાવો curved runningના biomechanicsમાંથી મળે છે. એક તાજેતરના અભ્યાસમાં સમાન પ્રકારના વળાંક પર દોડતી વખતે counter-clockwise દિશામાં મહત્તમ ઝડપ clockwise દિશા કરતાં સરેરાશ આશરે 1.6 ટકા વધારે જોવા મળી હતી. 1.6 ટકા કદાચ સામાન્ય માણસને બહુ નાનો તફાવત લાગે, પરંતુ elite athleticsમાં આ નાનો તફાવત પણ મહત્વપૂર્ણ બની શકે છે. જ્યારે વિજેતા અને બીજા ક્રમના ધાવક વચ્ચેનો તફાવત સેકન્ડના અતિ નાના ભાગોમાં નક્કી થતો હોય ત્યારે શરીરના ગતિશાસ્ત્રમાં એક નાનો લાભ પણ પરિણામ બદલી શકે છે.

એક બીજી લોકપ્રિય માન્યતા એ છે કે "હૃદય શરીરની ડાબી બાજુ હોવાથી ધાવકો ડાબી તરફ દોડે છે." આ વિચાર સાંભળવામાં ખૂબ સુંદર લાગે છે, પરંતુ તેના માટે મજબૂત વૈજ્ઞાનિક આધાર નથી. હૃદય થોડું ડાબી તરફ આવેલું છે, પરંતુ તે શરીરના વજનમાં એટલું અસંતુલન પેદા કરતું નથી કે જેના કારણે માણસ માટે ડાબી તરફ દોડવું જ સ્વાભાવિક બને. તેથી હૃદયને counter-clockwise runningનું મુખ્ય કારણ ગણવું યોગ્ય નથી.

આ જ રીતે "પ્રકૃતિમાં બધું જ counter-clockwise ફરે છે" એવી વાત પણ સાચી નથી. પૃથ્વી પોતાની ધરી પર, ઉત્તર ધ્રુવ ઉપરથી જોવામાં આવે તો, counter-clockwise ફરે છે. સૂર્યમંડળના મોટા ભાગના ગ્રહો પણ સૂર્યની આસપાસ એ જ દિશામાં પરિભ્રમણ કરે છે. પરંતુ બ્રહ્માંડમાં clockwise અને counter-clockwise કોઈ universal નિયમ નથી. જુદી જુદી આકાશગંગાઓ અને અન્ય ખગોળીય પદાર્થો જુદી જુદી દિશામાં ફરતા જોવા મળે છે. સૌથી મહત્વની વાત એ છે કે clockwise કે counter-clockwise દિશા આપણે કઈ બાજુથી કોઈ વસ્તુને જોઈએ છીએ તેના પર પણ આધાર રાખે છે.

એક અન્ય ખૂબ જ પ્રચલિત પરંતુ ખોટી વાત એ સાંભળવા મળે છે કે"ઇલેક્ટ્રોન પણ નાભિની આસપાસ counter-clockwise ફરે છે." આધુનિક quantum mechanics મુજબ ઇલેક્ટ્રોન નાનકડા ગ્રહની જેમ નાભિની આસપાસ ચોક્કસ ગોળ કક્ષામાં ફરતો નથી. ઇલેક્ટ્રોનને quantum state અને probability distribution દ્વારા સમજાવવામાં આવે છે. તેથી ઇલેક્ટ્રોનની ગતિને "clockwise" કે "counter-clockwise"ની સરળ ભાષામાં સમજાવવી યોગ્ય નથી.

એટલે ટ્રેકનો એક સામાન્ય દેખાતો વળાંક ખરેખર ભૌતિકશાસ્ત્ર, માનવ શરીરવિજ્ઞાન, મગજવિજ્ઞાન અને રમતના ઇતિહાસનું એક અદભૂત મિલન છે.વિજ્ઞાનની સુંદરતા કદાચ આ જ છે કે જે વસ્તુ આપણને સૌથી સામાન્ય લાગે છે, તેના વિશે માત્ર એક નાનો પ્રશ્ન પૂછો: "આવું કેમ?" અને તેની પાછળ આખી એક દુનિયા છુપાયેલી મળી આવે છે.