

Låt underlaget bestämma löpsteget

Löpning på olika underlag och i varierande terräng ställer höga krav på löparens förmåga att anpassa sitt löpsteg. Mycket tid finns att tjäna med rätt teknik, särskilt i utförsbackar. I traillopning är det extra tydligt.



Glenn Björklund
PhD, lektor i idrottsvetenskap
Nationellt Vintersportcentrum
Mittuniversitetet



Mikael Swarén
Laboratorieingenjör,
doktorand i idrottsmekanik
Nationellt Vintersportcentrum
Mittuniversitetet
Institutionen för Mekanik, KTH

LÖPNING ÄR EN AV de mest populära motions- och tävlingsformerna när det handlar om uthållighetsidrott. Tävlingsarna har olika distanser och genomförs på olika underlag. Populärast är stadsloppen där man normalt springer på asfalt eller på platta grusvägar, vilket innebär att underlaget är plant med relativt få uppförs- och nedförsbackar.

Under de senaste åren har en annan form av löpartävlingar blivit populär där löparna springer i mer obanad terräng med stor variation i antal höjdmeter. Tävlingsformen som kallas för traillopning utsätter löparen för mer tekniskt krävande moment. Underlaget är ojämnt och består av stigar med stenar, jord och olika avsatser.

Traillopning innefattar också moment där löparen snabbt ska klara av att springa brant uppför för att i nästa moment springa brant utför. Trots att denna form av löpning har blivit otroligt populär finns det i dag tämligen få vetenskapliga studier som är genomförda på traillopning. De studier som finns har framför allt studerat uttröttning under traillopningstävlingar över långa distanser. Det är tävlingar som tangerar så kallad ultralöpning, det vill säga längre distanser än maraton.

Steglängden påverkar löpekonomin

Viktiga faktorer för att spara energi och få en bättre löpekonomi på plant underlag är steglängden samt stegfrekvensen (1,2). Studier har visat att det föreligger ett U-format förhållande, där både en ökning och en sänkning av steglängden eller

stegfrekvensen försämrar löpekonomin (1,2). Detta förhållande verkar vara giltigt även vid löpning uppför och nedför (1).

I en fältstudie med en varierande banprofil där testpersonerna sprang uppför, på plan mark och utför visade att en förändring av löphastigheten, beroende på terräng, framför allt var en konsekvens av justeringar av steglängden (3). Detta är troligen en effekt av att löparen inte behöver ta hänsyn till underlaget utan endast till lutningen.

När det gäller löpning i obanad och kuperad terräng med en stor variation i lutning uppför, men framför allt utför, är det själva förmågan att anpassa fotens placering utifrån underlaget som till stor del påverkar steglängden. Det innebär att de snabbaste och mest effektiva löparna kommer att variera stegfrekvensen i en betydligt större omfattning.

Skillnader mellan löpare

Syftet med vår aktuella studie är därmed att kartlägga prestationen i kuperad terräng mellan banlöpare och traillöpare på elitnivå. Vidare är syftet att undersöka om det föreligger skillnader i val av rörelsemönster och taktik vid traillopning mellan banlöpare och traillöpare som förklarar prestationen, det vill säga tiden på en given sträcka.

Andra parametrar som undersöks är vilka delar av banan som är mest avgörande för sluttiden samt om det finns skillnader mellan traillöpare och banlöpare vid utförlöpning.

Oss veterligen är detta den första studien som kontinuerligt har samlat in



data med hjälp av 3D-kinematik och plantartryck under fötterna. Och samtidigt mätt syreupptagningsförmåga, hjärtfrekvens och GPS-data under sju kilometer av maximal traillöppning.

Fotisättningens betydelse

Den gemene löparen landar oftast med bakre delen av foten vid löpning på plan mark (4). Snabbare löpare landar istället oftast på hela foten, alternativt med framfotsisättning (5). Beroende på fotisättningen kan löparens energiåtgång för en given sträcka förändras, det vill säga den påverkar löpekonomin.

En senare studie har visat att duktiga löpare som använder fotisättning med bakre delen av foten har något bättre löpekonomi jämfört med löpare som landar med hela foten (6). Den stora skillnaden i detta fall är att löpare som landar med bakre delen av foten först har en längre kontakttid med underlaget och har även en kortare flygfas, det vill säga när båda fötterna är i luften.

Det ska dock poängteras att forskarna fann dessa skillnader vid löphastigheter klart långsammare än tävlingsfart, vilket

inte ger svar på hur det föreligger vid farter som motsvarar tävlingshastighet på plant underlag.

Vid farter som ligger nära tävlingshastighet verkar en faktor för en förbättrad löpekonomi vara dominerade – en kort kontakttid med underlaget. Detta innebär att för att springa i hastigheter ner emot tre minuter per kilometer tvingas löparen anpassa steget till att landa mer mitt på foten eller helt på framfoten (7).

Syreupptag uppför och nedför

Tidigare studier visar att elitlöpare får stora försämringar av sin löpekonomi då de byter från plant underlag till obanad terräng (8). Trots klar försämring med värden av löpekonomin med över 50 procent ($>300 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$) var försämringen klart mer påtaglig för banlöpare jämfört med orienterare, vilket visar på att underlag har betydelse för specificitet.

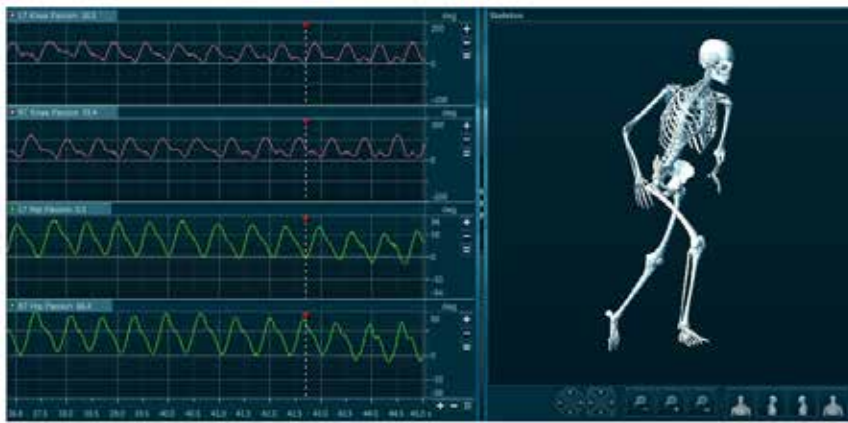
Det gick inte att hitta någon förklaring till hur löparnas teknik eventuellt kunde förklara denna försämring eftersom studien helt saknade biomekaniska mätningar.

Från ett fysiologiskt perspektiv använ-

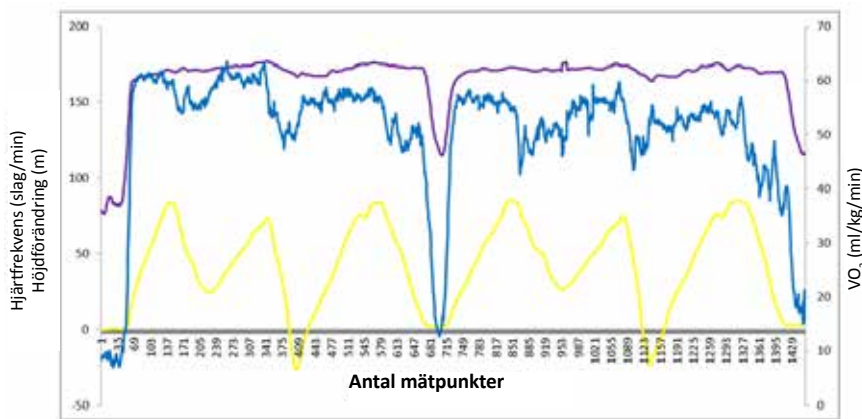
Löparens varje rörelse och andetag registreras i en slalombacke i Östersund. Foto: Anna Rex



Redo för test i 3D-dräkt. Mikael Swarén ställer in sensorerna som mäter tryck- och kraftdistributionen vid fotisättningar. Dennis Born justerar det portabla syreupptagningssystemet på testpersonens rygg. Foto: Anna Rex



Figur 1. Exempel på en 3D-visualisering med grafer som visar knä- och höftvinklar vid löpning svagt uppför på en kurvig skogsstig.



Figur 2. Figuren visar en av deltagarnas hjärtfrekvens och syreupptagning under sju kilometer traillopning (2 x 3.5 km). Lila linje = Hjärtfrekvens, Blå = VO_2 (ml/kg/min), Gul = Höjdförändring (m)

der löpare en högre nyttjandegrad av sin maximala syreupptagningsförmåga (VO_{2max}) vid löpning uppför jämfört med löpning utför (9). Denna ökning av nyttjandegraden i uppförsbackar innebär att det ställs ett ökat krav på kroppen att leverera syre till arbetande muskulatur trots en relativt låg hastighet. Det intressanta är att även om löparens hastighet ökar markant vid utförslopning är inte VO_{2max} den begränsande faktorn under denna del av traillopning (3).

Det ska poängteras att nyttjandegraden av VO_{2max} vid utförslopning visar på stora skillnader mellan olika löpare, mellan 60-90 procent. Vidare har man sett att löpning i svag utförbacke är det minst energikrävande för en given löphastighet (10).

En variabel som ofta nämns tillsammans med löpekonomi är "leg stiffness". Det är i grund och botten en mekanisk förenkling där man ser benet som en fjäder (utan egen massa) och kroppsmas-

san som en last högst upp på denna fjäder. Fjäderkonstanten i detta system kallas då för leg stiffness och beror på förhållandet mellan reaktionskraften under foten och förändringen av avståndet mellan höft och fot, under kontakttiden mot marken.

Då god löpekonomi innebär hög verkningsgrad och låga energiförluster anses det att hög leg stiffness är att föredra för att förbättra löpekonomin. Dock finns det inga tydliga resultat huruvida hög eller låg leg stiffness är fördelaktigt för den faktiska löpprestationen. Däremot finns det tecken på att hög leg stiffness kan öka risken för ben- och skelettskador och låg leg stiffness kan innebära en ökad risk för mjukdelsskador (11-13).

Stora tidsvinster i utförsbacken

En viktig prestationsparameter vid traillopning är förmågan att springa fort utför. I den genomförda studien uppmätte vi tidsskillnader på 17 sekunder mellan löparna vid löpning utför en brant slalombacke, där snitttiden var 85.2 ± 8.8 sekunder.

Intressant är att stegfrekvensen i den brantaste och mest tekniska utförsdelen ligger på 240 steg per minut för både den snabbaste och den långsammaste löparen.

Dock syns det en skillnad i flexionsvinkeln i höftleden, där den snabbaste löparen har en större flexion jämfört med den långsammaste. Den större höftflexionen skapar en mer sittande kroppsposition vilket ökar stötupptagningsförmågan i underkroppen. Denna typ av löpteknik benämns ofta som "Groucho" och används för att "jämna ut" underlaget och minska stötarna som går genom kroppen (14).

Normalt medför Groucho-löpningen en minskad knävinkel vilket är ett effektivt sätt att sänka benens fjäderkonstant (leg stiffness) och på så sätt få en mjukare löpning. Vid brant utförslopning ser det dock ut som att de snabbaste löparna använder sig av en Groucho-teknik, men genom att öka höftflexionen istället för knäflexionen. En orsak till detta kan vara att det är svårt att få markkontakt tillräckligt tidigt och att uppnå tillräckligt bromsande kraft med ökad knäflexion, då det blir extremt brant. Därför justerar man leg stiffness och uppnår en Groucho-teknik genom att sjunka ner lite med hjälp av ökad höftflexion.

Utifrån ett biomekaniskt perspektiv har forskning visat att utförlöpning innebär att löparen kommer att öka impulsen och den bromsande kraften vid fotisättningen med nästan sin dubbla kroppsvikt (15). Detta är en klar kontrast till löpning uppför, där det i de brantaste delarna inte finns några bromsande krafter.

”De snabbaste löparna använder inte alltid den mest löpekonomiska tekniken.”

Eftersom traillopning involverar båda dessa moment ställs löparen för olika utmaningar att justera sitt löpsteg under en och samma tävling. Utförlöpningen är därför en viktig parameter i traillopning, där löpare kan förlora eller vinna mycket tid gentemot andra löpare.

Våga springa

Resultatet från vår studie visar även på stora skillnader vid löpning över tekniska passager som branta stenhällar med löst grus eller vid utförlöpning på smala stigar med mycket rötter och stora stenar. Exempelvis är det 12.8 sekunders skillnad mellan den snabbaste och den långsammaste löparen vid en teknisk passage utför en smal, brant och stenig stig där snitttiden är 11.8 ± 3.9 sekunder.

De långsammaste löparna i detta avsnitt är inte de med de sämsta totaltiderna, vilket visar att generellt goda traillopare kan tappa mycket tid vid en enda passage. Vad som orsakar dessa stora tidskillnader är svårt att fastställa, men mest troligt är att det inte endast har löptechniska och fysiologiska utan också på psykologiska orsaker. Vissa löpare vågar helt enkelt fortsätta springa trots en ökad fallrisk.

Konstant justering av löpsteget

Traillopning ställer höga krav på löparnas förmåga att anpassa sitt löpsteg efter terrängen och underlaget. Detta tvingar en traillopare att konstant justera löpsteget med avseende på hur fötterna sätts ner, steglängd, stegfrekvens, kontakttid och flygtid. Det är endast under väldigt

korta perioder som en traillopare kan ha ett kontinuerligt löpsteg vilket gör det svårt att nå ett ”steady state” med god löpekonomi.

Ett något oväntat fynd i vår studie var avvikelser i förhållandet mellan hjärtfrekvens och syreupptagning vid framför allt utförlöpning. Pulsen låg konstant högt från start till mål oavsett terräng medan däremot syreupptagningen var mer dynamisk. Detta ger en indikation på att det är svårt att uppskatta energikonsumtionen enbart med hjälp av en pulsklocka vid denna typ av löpning.

I tillägg, traillopning innehåller väldigt branta nerförs- och uppförsbackar, vilket ytterligare höjer kraven på förmågan att kunna anpassa sin löptechnik.

Resultatet från den genomförda studien visar på stora tidskillnader vid brant utförlöpning och vid tekniska passager där vissa löpare tappar mycket tid gentemot andra. De snabbaste löparna använder inte alltid den mest löpekonomiska tekniken men i gengäld går det fortare. Så länge en löpare har fysiologiska förutsättningar för att inte behöva springa på det mest ekonomiska sättet är det mer gynnsamt att konstant anpassa sitt löpsteg efter underlaget samt att ödsla energi för att absorbera stötar i branta uppförsbackar vid tekniska passager.

Referenser

1. Snyder, KL. & Farley, CT. The Journal of experimental biology. 2011. 214(Pt 12):2089-95.
2. Cavanagh, PR. & Williams KR. Med Sci Sports Exerc. 1982. 14(1):30-5.
3. Townshend, AD. mfl. Med Sci Sports Exerc. 2010. 42(1):160-9.
4. Larson, P. mfl. J Sports Sci. 2011. 29(15):1665-73.
5. Hasegawa, H. mfl. J Strength Cond Res. 2007. 21(3):888-93.
6. Ogueta-Alday, A. mfl. Med Sci Sports Exerc. 2014. 46(3):580-5.
7. Santos-Concejero, J. mfl. Biology of sport/Institute of Sport. 2013. 30(3):181-7.
8. Jensen, K. mfl. J Sports Sci. 1999. 17(12):945-50.
9. Staab, JS. mfl. Med Sci Sports Exerc. 1992. 24(1):124-7.
10. Minetti, AE. mfl. J Appl Physiol (1985). 2002. 93(3):1039-46.
11. Butler, RJ. mfl. Clinical Biomechanics. 2003. 18(6):511-7.
12. McMahon, JJ. mfl. Strength & Conditioning Journal. 2012. 34(5):70-3 10.1519/SSC.obo13e318268131f.
13. Granata, KP. mfl. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2001. 12(2):127-35.
14. McMahon, TA. mfl. J Appl Physiol. 1987. 62(6):2326-37.
15. Gottschall, JS. & Kram, R. J Biomech. 2005. 38(3):445-52.

Kontakt

mikael.swaren@miun.se
glenn.bjorklund@miun.se



I gråzonen

– en antologi om idrottens etiska utmaningar

Idrotten står inför många utmaningar och problem. Doping, korruption, uppgjorda matcher, huliganism och kriminell infiltration i föreningar är endast några exempel. I den här boken ger 17 forskare och sakkunniga sina perspektiv på aktuella idrottsetiska frågor.

Beställ på www.sisuidrottsbocker.se