



HÖGSKOLAN
DALARNA

Examensarbete

Kandidatnivå

Elitflickfotbollspelares relativa arbetsintensitet tillsammans med skattning av den maximala syreupptagningsförmågan kan förutsäga löpdistansen med moderat intensitet under matchspel

Författare: Hanna Thunström
Handledare: Magnus Carlsson
Examinator: Tomas Carlsson
Ämne/huvudområde: Idrotts- och hälsovetenskap
Kurskod: GIH253
Poäng: 15 hp
Examinationsdatum: 2022-06-27

Vid Högskolan Dalarna finns möjlighet att publicera examensarbetet i fulltext i DiVA. Publiceringen sker open access, vilket innebär att arbetet blir fritt tillgängligt att läsa och ladda ned på nätet. Därmed ökar spridningen och synligheten av examensarbetet.

Open access är på väg att bli norm för att sprida vetenskaplig information på nätet. Högskolan Dalarna rekommenderar såväl forskare som studenter att publicera sina arbeten open access.

Jag/vi medger publicering i fulltext (fritt tillgänglig på nätet, open access):

Ja

Nej

Sammanfattning

Syfte

Syftet med studien var att undersöka om sprint- och uthållighetsförmåga vid löpning samt relativ arbetsintensitet under fotbollsmatch, enskilt eller tillsammans, har ett samband med löpdistans i olika intensitetszoner under fotbollsmatch för elitflickfotbollsspelare.

Metod

Studiens datainsamling delades upp i två delar, första delen syftade till att bestämma individernas sprint- och uthållighetsförmåga utifrån ett 30 m sprinttest och ett Beep-test. Under Beep-testet bestämdes individernas maximala hjärtfrekvens (HFmax) samt antal genomförda 20 m-sträckor, vilka låg till grund för beräkning av den maximala syreupptagningsförmågan ($\dot{V}O_2\text{max}$). Den andra delen av datainsamlingen gjordes under en fotbollsmatch, där den relativa arbetsintensiteten i form av medelhjärtfrekvensen (HFmed) registrerades. Under matchen analyserades spelarnas löpdistans i olika hastighetszoner, 0-11 km·tim⁻¹ (LDlåg); 11-21 km·tim⁻¹ (LDmod); > 21 km·tim⁻¹ (LDhög), genom användning av ett videobaserat analysprogram.

Resultat

Det fanns ett signifikant samband mellan individernas HFmed och LDmod ($r = 0,81$; $p = 0,049$). För att öka förklaringsgraden av LDmod gjordes en multipel linjär regression där HFmed användes som utgångsvariabel och kombinerades med $\dot{V}O_2\text{max}$. HFmed och $\dot{V}O_2\text{max}$ bidrog signifikant till prediktionsmodellen och modellen förklarade 93,9% av variationen i LDmod.

Slutsatser

Genom fastställandet av en elitflickfotbollsspelares uthållighetsförmåga samt dennes relativa arbetsintensitet under match, så kan spelarens löpdistans i hastighetsintervallet 11-21 km·tim⁻¹ förutsägas med god precision utan att kostsam analysutrustning behöver användas.

Nyckelord: Elitflickfotboll, Beep-test, löphastighet, $\dot{V}O_2\text{max}$, hjärtfrekvens

Innehållsförteckning

Introduktion.....	1
Syfte	5
Metod	6
Studiedeltagare	6
Metodupplägg.....	6
Statistisk analys	7
Etiska överväganden.....	8
Resultat.....	9
Diskussion.....	12
Resultatdiskussion	12
Metoddiskussion	15
Slutsatser	17
Referenser	18

Introduktion

Damfotboll anses vara en av de snabbast växande sporterna i världen (Andersson, Randers, et al., 2010) och utövas av cirka 300.000 flickor och kvinnor på olika nivåer inom Sveriges fotbollsföreningar (Riksidrottsförbundet, 2018).

Professionalismen inom damfotbollen ökar ständigt i och med hur matchspelets fysiska karaktär utvecklas kontinuerligt (Datson et al., 2014). Fotbollsmatcher består av ständigt växlande arbetsintensitet, där tillfällena med korta perioder av löpningar med hög intensitet växlas med perioder med låga till moderata arbetsintensiteter (Andersson, Karlsen, et al., 2010; Di Salvo et al., 2010). Under majoriteten av matchspel utför kvinnliga fotbollsspelare aktiviteter med en låg intensitet såsom stillastående, gång och lätt jogging (Andersson, Karlsen, et al., 2010; Di Salvo et al., 2010). Den totala distansen kvinnliga elitfotbollsspelare tillryggalägger under en match är ungefär 10 km (Andersson, Karlsen, et al., 2010; Krstrup et al., 2005). Elitflickfotbollsspelare tillhörande ålderskategorin U17 har i en tidigare studie visat sig ha en total löpsträcka på mellan 7,0-8,7 km under matchspel och juniorspelare löper generellt kortare distanser i jämförelse med fotbollsspelare som befinner sig på senior- och elitnivå (Vescovi et al., 2021). Yngre spelare utför även en större andel gång och en mindre andel högintensiva löpningar jämfört med äldre spelare (Vescovi et al., 2021).

Under matchspel oberoende spelnivå där både kvinnor, elit, och juniorfotboll inkluderas befinner sig generellt fotbollsspelare i olika intensitetszoner (Alexandre et al., 2012). Den löpta distansen kan fördelas på kategorierna gång, lågintensiv löpning, högintensiv löpning samt sprintlöpning. Andelen löpningar med hög intensitet har visat sig variera beroende på spelarnas divisionstillhörighet, där spelare i högre divisioner har en högre andel högintensiva och sprintlöpningar jämfört med spelare i lägre divisioner (Krstrup et al., 2005). Från U15 till U17 har det visat sig att den totala löpsträckan i hastighetsintervallet $15,5\text{--}20,0\text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$ och hastigheter över $20,0\text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$ ökar från 458 m till 658 m respektive från 76 m till 235 m med stigande ålder (Vescovi, 2014). Motsvarande löpsträckor för kvinnliga elitspelare under UEFA Champions League-matcher är 1358 m ($15\text{--}21\text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$) och 291 m ($> 21\text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$) (Bradley et al., 2014). Det har även visat sig

att spelare som spelar såväl internationellt som nationellt har längre löpsträckor i intensitetskategorierna högintensiv löpning och sprintlöpning jämfört när de spelar match i den inhemska ligan (Andersson, Randers, et al., 2010). Detta grundar sig sannolikt i att spelare nyttjar sin fysiologiska kapacitet i högre grad under internationella matcher.

Vid korta högintensiva- och sprintlöpningar kommer den största delen av energin från det anaeroba energisystemet, medan vid gång, lågintensiv löpning och längre högintensiv löpning, som utgörs av den största delen av en fotbollsmatch, kommer energin från det aeroba energisystemet (Bangsbo, 2014). För att individer under träning och matchspel ska klara av att möta det ökade energibehovet behöver en större mängd av adenosintrifosfat (ATP) återuppbyggas, vilket kan göras antingen via aeroba eller anaeroba processer (Hargreaves & Spriet, 2020). Under mer långvarig aktivitet som i detta fall en fotbollsmatch, är det aeroba energisystemet det mest dominanta utav dessa två energisystem och det kräver tillgång till syre. Det aeroba energisystemet använder fett och kolhydrater som energikälla, medan anaeroba energisystemet som sker antingen via glykolysen eller spjälkning av kreatinfosfat inte är i behov av syre för att fungera (Hargreaves & Spriet, 2020). När en glukosmolekyl går in i glykolysen investeras två ATP som resulterar i, att i slutet av glykolysen får vi ut fyra ATP samt två pyruvat (Costill et al., 2020). Om det inte finns syre tillgängligt tar sig pyruvatet inte in i citronsyracykeln. Det innebär att pyruvatet som produceras blir kvar i cytosolen där glykosen sker, pyruvatet omvandlas då till mjölksyra bestående av en vätejon och en laktatjon (Costill et al., 2020). Ökar vätejonkoncentrationen trivs inte enzymerna, vilket i sin tur betyder att glykolysen inte fungerar som den ska och stannar av. Nytt ATP kan då inte produceras och den pågående arbetsintensiteten blir tvungen att sänkas. Detta kallas för anaerob laktacid energiframställning (Costill et al., 2020).

Vid utförande av uthållighetsträning, där arbetsintensiteten är relativt låg, kommer den största delen av energin ifrån det aeroba energisystemet (Hargreaves & Spriet, 2020). Ökar arbetsintensiteten ökar också kravet på att snabbt få fram energi vilket medför att det anaeroba energisystemet används och bidrar med energi till återuppbyggande av ATP (Hargreaves & Spriet, 2020). Under högintensiv träning som till exempel sprinter i fotboll, är det anaeroba energisystemet en viktig

energikälla då det snabbt kan producera den energi som ett högintensivt arbete kräver (Hargreaves & Spriet, 2020). Aerob effekt är betydande faktorer i hur många upprepade löpningar i hög fart en individ förmår att utföra (Dellal et al., 2010; Krstrup et al., 2005). Fotbollsspelare som innehar en hög aerob uthållighet har en förmåga att arbeta närmare sin maximala träningsbelastning över längre tid, samt innehar en bättre återhämtningsförmåga (Rodríguez-Fernández et al., 2019). Däremot besitter fotbollsspelare med lägre aerob uthållighet inte samma kapacitet att utföra upprepade sprinter (Rodríguez-Fernández et al., 2019).

Aerob uthållighet tillsammans med människans kardiovaskulära system har en viktig roll då det bidrar till kroppens olika fysiologiska system genom att bland annat leverera syre och energi (Costill et al., 2020). Hjärtat, blodkärlen och blodet är tre komponenter som utgör cirkulationssystemet. Hjärtfrekvensen regleras av det autonoma nervsystemet, vilket består av det sympatiska- och parasympatiska nervsystemet (Costill et al., 2020). Vid ökat minutvolymkrav ökar också aktiviteten i det sympatiska nervsystemet, vilket resulterar i en högre hjärtfrekvens som i sin tur ökar minutvolymen (Costill et al., 2020). För att ta reda på hur en individ arbetar utifrån sin maximala träningsbelastning, kan man övervaka den interna och fysiologiska träningsbelastningen hos en fotbollsspelare genom att utgå ifrån individens hjärtfrekvens (Alexandre et al., 2012). Detta anses vara ett av dom enklaste och informativa sätten att mäta individens kardiovaskulära stress och belastning på, eftersom pulsen är en bra indikator på den relativa träningsintensiteten (Costill et al., 2020). Generella vilopulsen hos individer ligger på mellan 60–80 slag·min⁻¹. Under fysisk aktivitet ökar HF och anpassar sig i direkt proportion till den fysiska belastningen som utförs. När HF har stabiliserat sig som ett resultat av att minutvolymen anpassats utifrån det syrekrav som den givna arbetsintensiteten kräver, så har man uppnått ett ”steady state” (Costill et al., 2020).

Inom kvinnlig fotboll så är den fysiska prestationen under matchspel relaterad till spelarnas träningsstatus (Krstrup et al., 2005). Det har visat sig att den totala löpta distansen under matchspel är positivt korrelerad med kvinnliga elitfotbollsspelares maximala aeroba effekt ($\dot{V}O_2\text{max}$) (Helgerud et al., 2001). Där $\dot{V}O_2\text{max}$ representerar den maximala förmågan att återuppbygga ATP via det

aeroba energigivande systemet. Dock kan en spelare inte hålla en så hög arbetsintensitet under en hel match, utan medelvärdet för hjärtfrekvensen (HFmed) under matchspel är omkring 80-95 % av den maximala hjärtfrekvensen (HFmax) (Krustrup et al., 2005; Ohlsson et al., 2015). Detta medför att HFmed kan sägas representera spelarens relativa arbetsintensitet. En låg procentuell HF i förhållande till maximal hjärtfrekvens kan därför vara ett resultat på att spelaren inte nyttjat sin fysiologiska kapacitet fullt ut. Den låga HFmed kan även reflektera att spelaren har en vänsterförskjuten laktattröskel som gör att spelaren inte kan hålla en hög arbetsintensitet utan att pH-värdet i musklerna sjunker och hämmar återuppbyggandet av ATP. En indikator för detta är att ett signifikant samband mellan löphastigheten vid blodlaktatkoncentrationen på $2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ och total löpdistans under matchspel, har påvisats för kvinnliga elitfotbollsspelare (Krustrup et al., 2005).

Ingen tidigare forskningsstudie har undersökt om den relativa arbetsintensiteten under match och/eller $\dot{V}O_2\text{max}$ kan förutsäga löpsträckan i olika arbetsintensitetszoner under matchspel hos elitflickfotbollsspelare. Vidare så saknas det inom forskningen kunskap rörande om det finns ett samband mellan elitflickfotbollsspelares sprintsnabbhet och deras löpsträcka med hög arbetsintensitet under matchspel.

Syfte

Syftet med studien var att undersöka om sprint- och uthållighetsförmåga vid löpning samt relativ arbetsintensitet under fotbollsmatch, enskilt eller tillsammans, har ett samband med löpdistans i olika intensitetszoner under fotbollsmatch hos elitflickfotbollsspelare.

Metod

Studiedeltagare

Sex elitflickfotbollsspelare tillhörande ett elitflickfotbollslag deltog i denna studie. De sex spelarna (ålder, $16 \pm 0,4$ år; längd, 166 ± 3 cm; vikt, 58 ± 10 kg) bestod utav en forward, två centrala mittfältare och tre backar.

Metodupplägg

Datansamlingen delades upp i två delar och under den första delen samlades bland annat hjärtfrekvensdata in för att bestämma HFmax. Spelarna utförde också två tester för att bestämma sprint- och uthållighetsförmåga. Testerna bestod utav ett sprint- och Beep-test. Sprinttestet genomfördes som ett test där studiedeltagarna utförde en 30 m lång maximal sprintlöpning från stillastående. Spelarnas uppvärmning före utförandet av sprinttestet bestod av några minuter lättare löpning, dynamisk stretching av kroppens nedre extremitet samt ett fåtal kortare sprints för att förbereda kroppen på sprinttestet. Varje individ utförde sprinttestet tre gånger och vilan låg på mellan 2-3 minuter mellan varje utförande. Tider togs var tionde meter med ett fotocellsbaserat tidtagningssystem (IVAR Jump & Speed Analyzer, LN Sport Konsult HB, Lidingö).

Testet av uthållighetsförmågan gjordes med hjälp av ett Beep-test, där spelarna löpte 20 m fram och tillbaka mellan utplacerade markeringar på givna signaler och varje spelare blev tilldelad två konor de skulle löpa emellan. Ett Beep-test innehåller 21 olika nivåer, där varje nivå fungerar så att tidsavståndet mellan signalerna blir kortare och kortare ju längre tid testet pågår. Varje nivå tar cirka 60-66 sekunder och klarar en individ av att utföra samtliga nivåer i Beep-testet har individen löpt 4.920 meter på 22 minuter. Beep-testet för den individuella spelaren pågår till dess att denne inte hinner springa sträckan mellan de två konorna på den utsatta tiden. Under Beep-testet mättes spelarnas maximala hjärtfrekvens som kom att bli den variabel som presenteras som HFmax, och utifrån hur många 20-meterssträckor som respektive spelare klarade av beräknades även individernas

$\dot{V}O_2\text{max}$ med hjälp av en ekvation ($\dot{V}O_2\text{max} = 0,2761 \times x + 27,504$). Denna ekvation har tagits fram i en tidigare studie som undersökt sambandet mellan antal avklarade 20-meterssträckor och $\dot{V}O_2\text{max}$, där x står för antalet avklarade 20-meterssträckor (Paradisis et al., 2014).

Den andra delen av datainsamlingen innebar att samla in HF-data under matchspel, och motståndet under denna match var ett damlag i division två. Under matchspel bar varje spelare pulsband (Polar Team System 2, Polar Electro Oy, Finland) för att samla in HF-data. Matchen spelades in med hjälp av Spiideo-kameror som var installerade på arenan där matchen spelades. Den inspelade videon av matchen analyserades därefter utav Soccer API Automated Tracking, Signality AB, Sverige. Analysen av matchspelet redovisade spelarnas totala löpta distans och löpt distans utifrån olika hastighetsintervall. Den löpta distansen fördelades upp i löpdistans med lågintensiv löphastighet 0-11 km·tim⁻¹ (LDlåg), löpdistans med moderat löphastighet 11-21 km·tim⁻¹ (LDmod) samt löpdistans med högintensiv löphastighet > 21 km·tim⁻¹ (LDhög).

Statistisk analys

Resultat ifrån variabler insamlad från matchspel och löptest presenteras som medelvärde ± standardavvikelse. Shapiro-Wilks test användes för att undersöka om de analyserande variablerna var normalfördelade. För att undersöka linjära samband mellan testvariabler och löpdistans under matchspel användes Pearsons korrelationstest. Multipel linjär regression användes för att undersöka om flera testvariabler tillsammans kan förklara löpdistans i olika hastighetsintervall. Alfa-nivån för statistisk signifikans sattes till 0,05. Statistikprogrammet SPSS (IBM SPSS Statistics 28, IBM Corporation, Armonk, NY, USA) användes för de statistiska analyserna.

Etiska överväganden

Studien är godkänd av den Forskningsetiska nämnden vid Högskolan Dalarna. (Dnr: C 2022/463). Då studiedeltagarna är under 18 år, har även vårdnadshavarens godkännande inhämtats innan insamlingen utav data påbörjades.

Resultat

Då alla spelare i laget inte deltagit under tester och matchspel på grund utav sjukdom och skador har analys gjorts på de sex spelare som deltagit i samtliga moment. Enbart data från första halvlek ingår i analyserna eftersom den ena av de två Ipadplattorna, som var mottagare av fyra av de sex ingående spelarnas HF, stängde av sig själv i halvtidspaus på grund utav kyla. Resultatet ifrån löphastigheter för respektive 10 m-sektion vid sprinttestet redovisas i tabell 1, och resultatet ifrån Beep-testet, inklusive spelarnas HFmax, redovisas i tabell 2.

Tabell 1. Resultat från 30 m-sprinttest ($n = 6$)

Testvariabel	Medelvärde \pm SD
0–10 m ($\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$)	18,5 \pm 0,6
10–20 m ($\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$)	25,4 \pm 0,9
20–30 m ($\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$)	26,5 \pm 1,3
0–30 m ($\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$)	22,9 \pm 0,9

Data presenteras som medelvärde \pm standardavvikelse.

Tabell 2. Resultat från Beep-test och hjärtfrekvens under match ($n = 6$)

Testvariabel	Medelvärde \pm SD
HFmax ($\text{slag}\cdot\text{min}^{-1}$)	197 \pm 6
Beep-test (antal sträckor)	72 \pm 13
$\dot{V}\text{O}_2\text{max}$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	47 \pm 4
HFmed (% av HFmax)	90 \pm 3

Data presenteras som medelvärde \pm standardavvikelse. HFmax, maximal hjärtfrekvens; Beep-test, antal löpta 20-meterssträckor; $\dot{V}\text{O}_2\text{max}$, maximal syreupptagningsförmåga som beräknats utifrån resultatet på beep-testet; HFmed, medelpuls i procent av maximal hjärtfrekvens under matchens första halvlek.

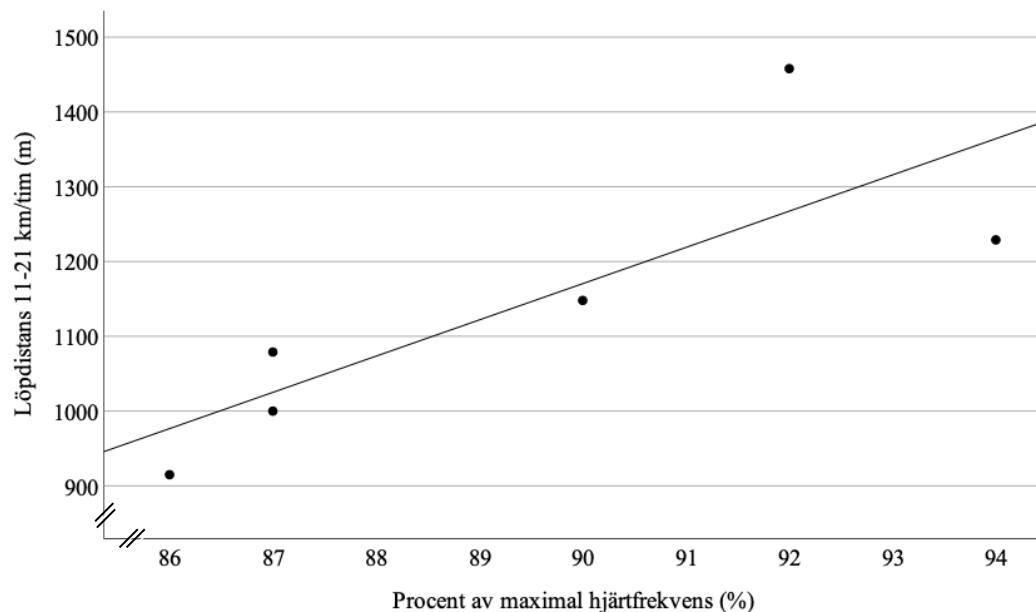
Under första halvleken hade spelarna en total löpdistans på 4367 ± 475 m. I tabell 3 presenteras de antal löpta meter som spelarna löpt inom de olika hastighetsintervall som Soccer API Automated Tracking, Signality AB, Sverige analyserat.

Tabell 3. Löpdistans under matchens första halvlek ($n = 6$)

Testvariabel	Medelvärde \pm SD
LDlåg (m)	3198 \pm 298
LDmod (m)	1138 \pm 191
LDhög (m)	30 \pm 37

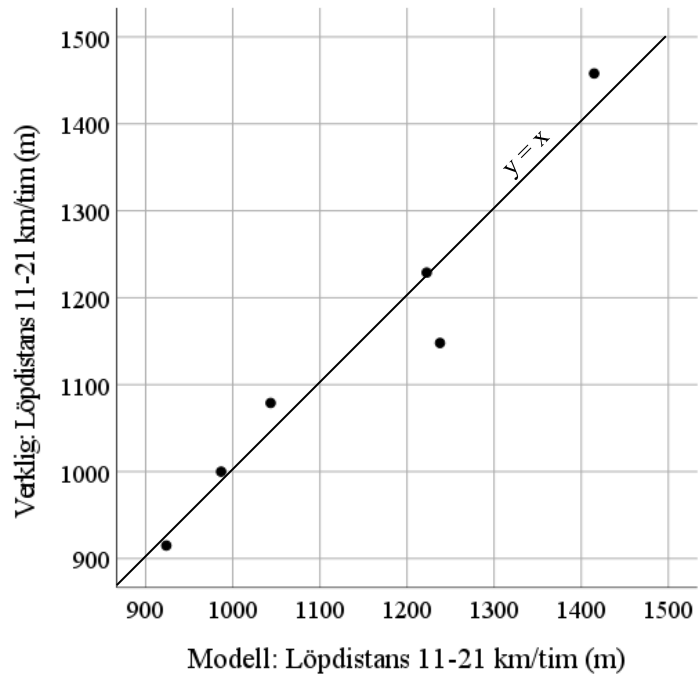
Data presenteras som medelvärde \pm standardavvikelse. LDlåg, lågintensiv löphastighet 0–11 km·tim⁻¹; LDmod, löpdistans med moderat löphastighet 11–21 km·tim⁻¹; LDhög, löpdistans med högintensiv löphastighet > 21 km·tim⁻¹.

Resultatet från korrelationsanalyserna visade att det fanns ett signifikant samband mellan HFmed och LDmod ($r = 0,81$; $p = 0,049$) (se figur 1). Däremot fanns inget signifikant samband mellan de andra testvariablerna och variablerna för löpdistans under matchspelet (alla $p > 0,05$).



Figur 1. Det finns ett samband mellan medelhjärtfrekvensen (HFmed) och löpdistansen i hastighetsintervallet 11–21 km·tim⁻¹ (LDmod) under matchens första halvlek ($p < 0,05$).

Förklaringsgraden för det linjära sambandet mellan HFmed och LDmod var 69,9%. För att öka förklaringsgraden för LDmod gjordes en multipel linjär regression med HFmed som utgångsvariabel som sedan kombinerades med någon av de andra testvariablerna. Kombinationen av HFmed och $\dot{V}O_2\text{max}$ resulterade i en prediktionsmodell där båda variablerna bidrog signifikant till modellen (båda $p < 0,05$). Ekvationen för modellen var: Modell LDmod = $-5322 + 57,24 \cdot \text{HFmed} + 28,40 \cdot \dot{V}O_2\text{max}$ (se figur 2). Förklaringsgraden för modellen var 93,9%.



Figur 2. Samband mellan multipla linjära regressionsmodellens förutsägelse av löpdistansen i hastighetsintervallet 11-21 km·tim⁻¹ och den verkliga löpdistansen i samma hastighetsintervall under matchens första halvlek, där modellens förklaringsgrad är 93,9%.

Diskussion

Syftet med studien var att undersöka om sprint- och uthållighetsförmåga vid löpning samt relativ arbetsintensitet under fotbollsmatch, enskilt eller tillsammans, har ett samband med löpdistans i olika intensitetszoner under fotbollsmatch hos elitflickfotbollsspelare. Resultatet visade att det fanns ett signifikant samband mellan HFmed och LDmod under den första halvleken. Den framtagna prediktionsmodellen där variablerna HFmed och $\dot{V}O_2\text{max}$ ingår uppvisade korrelationen LDmod och förklaringsgraden var 93,9%.

Resultatdiskussion

Elitflickfotbollsspelare har i en tidigare studie generellt påvisat ha kortare löpdistanser i jämförelse med fotbollsspelare som befinner sig på elit- och seniornivå (Vescovi et al., 2021). Den totala löpdistansen under matchspel som elitflickfotbollsspelare utfört har legat på 7,0–8,7 km medan kvinnliga elitfotbollsspelares löpdistans ligger på ungefär 10 km under matchspel (Andersson, Randers, et al., 2010; Krstrup et al., 2005; Vescovi et al., 2021). Spelare som befinner sig i högre divisioner har också visat sig utföra högre andel högintensiva sprintlöpningar till skillnad mot de spelarna som befinner sig på en lägre nivå (Krstrup et al., 2005).

Utifrån tidigare studier som gjorts har det varit av intresse att se hur denna studies prediktionsmodells förutsägelse av löpdistansen, stämmer överens med den verkliga löpdistansen i hastighetsintervallet 11-21 $\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$ under matchens första halvlek. Då prediktionsmodellen i resultatdelen beskriver förklaringsgraden till 93,9% av variationen i LDmod innebär det att knappt 7% av de andra variablerna uteslutande HFmed och $\dot{V}O_2\text{max}$ beskriver LDmod. Detta innebär att HFmed och $\dot{V}O_2\text{max}$ är två relevanta variabler att använda sig utav för att få fram elitflickfotbollsspelares löpdistans under matchspel. Sätter man spelarnas löpta hastighet de uppnått i denna studie i relation till de olika kategorierna av hastighetsintervallet under match, visar resultatet att spelarna inte uppnår många meter inom hastighetsintervallet som ska känneteckna sprintlöpningar. Utifrån

sprinttestet som gjordes kan man se att individerna som högst uppnår en hastighet på $26,5 \pm 1,3 \text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$ mellan 20–30 m. Under matchspel utför en fotbollsspelare kortare sprinter upprepade gånger (Di Salvo et al., 2010), vilket gör att sprinttestet på 30 m inte bidrar med någon korrelation till någon utav de andra variablerna i studien, mer än att visa hur hög maxhastighet individerna är kapabla till att uppnå. I en tidigare studie på kvinnliga fotbollsspelare som gjorts, där syftet var att se om bland annat ett sprinttest hade någon signifikant korrelation med rörelse under match, fanns det inte heller någon korrelation mellan dessa variabler (Gonçalves et al., 2021).

Då $\dot{V}O_2\text{max}$ reflekterar en fotbollsspelares uthållighetsförmåga, och ett genomsnittligt syreupptag hos en fotbollsspelare på högre nivå anses vara 70% av $\dot{V}O_2\text{max}$, är det logiskt att det är en viktig variabel vad gäller löpt distans under matchspel för att orka upprepade löpningar (Bangsbo, 2014). Resultatet påvisar att en individ med högre $\dot{V}O_2\text{max}$ har en längre löpsträcka under matchspel än en individ med lägre $\dot{V}O_2\text{max}$, vilket också stöds från tidigare studie som gjorts på två manliga elitjuniorfotbollslag (Helgerud et al., 2001). Under den första halvleken hade studiedeltagarna en total löpdistans på $4367 \pm 475 \text{ m}$. Multiplicerar man denna distans med två kan distansen jämföras med tidigare studier som gjorts på elitflickfotbollsspelare där en total löpdistans under matchspel varit på 7,0-8,7 km (Vescovi et al., 2021). De hastighetsintervall som används i videoanalysen som utfördes av Soccer API Automated Tracking, Signality AB, Sverige innefattade också distanser av en högre hastighetsintervall. Detta är ett hastighetsintervall som elitflickfotbollspelarna generellt anses ha svårt att klara av att uppnå under matchspel. I en studie som gjorts på manliga och kvinnliga fotbollsspelare, har det visat sig att under matchspel har män och kvinnor ungefär samma löpdistanser i hastighetsintervallerna 0–12, 12–15 och 15–18 $\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$. Däremot hade de manliga fotbollsspelarna längre löpdistanser i hastighetsintervall över 18 $\text{km}\cdot\text{tim}^{-1}$ (d.v.s. 18–21, 21–23, 23–25 och $> 27 \text{ km}\cdot\text{tim}^{-1}$) (Bradley et al., 2014). Då de hastighetsintervall som användes i denna studie inte är desamma som tidigare studier inom elitflickfotboll, så blir resultaten svåra att jämföra mellan olika studier.

Stora resurser läggs idag på matchprestationer och fysiologiska mätningar och man fokuserar också mer på de övergripande fysiologiska kraven hos fotbollsspelare (Bangsbo et al., 2006). HFmed reflekterar den relativa arbetsintensiteten spelarna haft under matchens första halvlek. Det har visat sig att yngre fotbollsspelares HFmed under matchspel är beroende av vilken position som spelarna spelade på, där backar haft den lägsta och mittfältare den högsta medelhjärtfrekvensen (Alexandre et al., 2012). Svenska elitfotbollsspelande damer har påvisat en högre HFmed under matchspel till skillnad mot under träning, vilket innebär att spelarna generellt sett har en högre fysiologisk belastning under matchspel (Ohlsson et al., 2015). De spelare som kunde arbeta på en hög intensitet under en längre tid vid matchspel var också samma spelare som spenderat mer tid i en hög intensitetzon under träning (Ohlsson et al., 2015).

Löpta distanser under matchspel är beroende av vilken nivå som fotbollsspelarna befinner sig på, och prediktionsmodellen som presenteras i figur 2 kan bidra till en överblick över den individuella spelarens och lagets löpta distans. För att prestationsförmågan ska förbättras under matchspel behöver tränare därför inkludera träning som riktar sig mot att utveckla spelarnas uthållighetsförmåga samt att få spelarna att förstå vikten av att ha hög arbetsintensitet under matchspel (Milanović et al., 2017). Som tränare för elitflickfotbollsspelare bör man lägga fokus på uthållighetsträning för att utveckla uthållighetsförmågan och därmed möjliggöra att spelarnas totala distans under match kan öka. Rekommendationen för uthållighetsträning är att löpdistansen per vecka ska vara ~2,0–2,5 km · matchdistansen som anses vara 7,0–8,7 km (Vescovi et al., 2021). De anser att yngre flickfotbollsspelare bör därför ligga på en veckoträningsvolym på minst 14–18 km löpdistans under träning, medans damer på elitnivå bör ligga på 22–28 km löpdistans i veckan (Vescovi et al., 2021).

För fotbollslag finns det ett behov av att skatta löpdistans på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt. Att använda sig utav videoanalys likt den som utfördes inom ramen för denna studie är ett kostsamt sätt att analysera fotbollsspelares löpdistans på. Det är heller inte alla arenor som innehar denna möjlighet till teknik. Den framtagna prediktionsmodellen bygger på ett enkelt fälttest i form av ett beep-test, vilket enbart kräver en dator och ett måttband i utrustningsväg, samt

insamling av spelarnas HFmed under matchen. I en tidigare studie som gjorts för att undersöka samband mellan uthållighetstest och matchprestation mot unga manliga fotbollsspelare, framkom även där ett påvisat samband av individernas resultat utifrån Beep-test och löpt distans under matchspel (Castagna et al., 2010). Studien innefattade Beep-testet tillsammans med ett Hoff-test och ett Yo-Yo-test där det högsta värdet inte nådde upp till 60% av den delade variansen (Castagna et al., 2010). Med hjälp utav de variabler som ingått i denna studie kan man utifrån prediktionsmodellen som använts, på ett mer tillförlitligt sätt förutsäga den enskilda spelarens prestation under matchspel, men även lagets prestation i helhet.

Metoddiskussion

Då studien utgår ifrån sex stycken spelare hade det varit av intresse att se hur utfallet blivit om samtliga utav spelarna i laget deltagit i studien, då en analys hade kunnat ske i en större omfattning vad gäller spelarnas löpdistanser. Eventuellt att en jämförelse i löpdistanser också hade kunnat ske beroende på spelarnas spelposition på planen. Prediktionsmodellen bör valideras genom att använda ”nya” spelare från samma population av elitflickfotbollsspelare. Trots få deltagare i studien har metodupplägget i helhet bidragit till att uppfylla studiens syfte.

Det teamsystem som användes i studien är ett relativt enkelt sätt att mäta en individs puls på. Nackdelen med användandet av pulsbanden var dock att pulsbanden i korta perioder tappade anslutning med Ipadplattan, samt att det inte gick att exportera den HF-data som pulsbanden samlade in till Excel, för att på ett enkelt sätt kunna exkludera pauser och ”stillståendetid” vid skador. Något som kom att påverka studien var också att den ena Ipadplattan stängdes av i halvlekspaus på grund utav kylan, vilket gjorde att den insamlade HF-data som gjordes via pulsbanden inte överfördes under den andra halvleken. Då pulsbanden är av så kallad ”one size”, gjorde det att de på vissa individer var aningen för stora i omkrets och gled ned. Därför var det extra noga att före användandet av banden se till så de var ordentligt påsatta under individen. Då studien gjordes på flickor

kunde man med fördel placera pulsbanden under flickornas sporttoppar, för att säkerställa att de satt på plats så bra så möjligt utifrån förutsättningarna.

Då studien innefattade hur många sprintlöpningar en individ skulle ta under matchspel utfördes ett sprinttest för att mäta individernas maximala sprinthastighet mellan 0–30 m. Ett mer relevant test att ha med i studien hade kunnat vara ett test där riktningsförändringsförmågan (a change-of-direction ability test) bedöms, då det anses ha en högre korrelation till antal löpningar under matchspel för kvinnliga fotbollsspelare (Gonçalves et al., 2021). Det positiva med att göra detta typ utav sprinttest som ingår i studien var att spelarna löpte en rak sträcka, vilket gör att deras maximala löphastighet framkom. Därför blir detta typ utav test mer likvärdigt att jämföra med hastighetsintervallarna. Till skillnad mot om ett "change-of-direction- ability test hade gjorts.

Beep-testet var studiens uthållighetstest och innebar att spelarna skulle klara av att löpa över tid. Olika faktorer kan spela in i Beep-testets prestationsresultat för de olika spelarna. En individs glykogenlager påverkar prestationen i huruvida orken finns till att utföra ett högintensivt arbete eller inte (Bangsbo et al., 2006). Har en individ ett väl påfyllt glykogenlager före exempelvis träning eller match, är sannolikheten också större att arbete av högre intensitet kan ske över en längre tid (Bangsbo et al., 2006). I och med att två av spelarna hade en högre HFmax under matchspel gentemot Beep-testet som ansågs vara studiens uthållighetstest där individernas HFmax skulle testas, hade Beep-testet kunnat utföras vid fler än ett tillfälle. Testresultaten hade sedan kunnat jämföras och resultatet ifrån testtillfället där spelaren uppnått sitt högsta HFmax hade kunnat valts ut. Före testtillfället hade även en tydligare information kunnat ges till spelarna, om vikten av att våga testa sin egen maxkapacitet till fullo under testet. Anledningen var att man kunde få uppfattningen om att några utav studiedeltagarna inte tog ut sig till max då de påvisade en högre HFmax under matchspel jämfört med HFmax under Beep-testet. Då Beep-testet också är enkelt för testledare att strukturera upp, innebär det att det kan utföras utav fotbollsspelare och fotbollslag på de flesta nivåer. Utförandet av ett Beep-test betraktas även som ett relevant test att använda sig utav för att utvärdera en fotbollsspelares uthållighet på (Castagna et al., 2010).

Slutsatser

Resultatet i studien visar att spelarnas uthållighetsförmåga och deras relativa arbetsintensitet under matchspel har ett samband med löpdistansen i hastighetsintervallet 11-21 km·tim⁻¹. Genom fastställandet av en elitflickfotbollsspelares uthållighetsförmåga samt dennes relativa arbetsintensitet under match, så kan spelares löpdistans i hastighetsintervallet 11-21 km·tim⁻¹ förutsägas med god precision utan att kostsam analysutrustning för att skatta en individs löpdistans i det givna hastighetsintervallet under matchspel.

Referenser

- Alexandre, D., da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong del, P., Natali, A. J., De Lima, J. R., . . . Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2890-2906.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182429ac7>
- Andersson, H., Karlsen, A., Blomhoff, R., Raastad, T., & Kadi, F. (2010). Active recovery training does not affect the antioxidant response to soccer games in elite female players. *British Journal of Nutrition*, 104(10), 1492-1499.
<https://doi.org/10.1017/s0007114510002394>
- Andersson, H., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 912-919.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09f21>
- Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science*, 33, 159-171.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.024>
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Barbero Alvarez, J. C. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227-3233. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e72709>
- Costill, D. L., Kenney, W. L., & Wilmore, J. H. (2020). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics

- Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2014). Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Medicine*, 44(9), 1225-1240. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0199-1>
- Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W., & Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League - with special reference to their playing position : original research article. *International Sportmed Journal*, 11, 278-290.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>
- Gonçalves, L., Clemente, F. M., Barrera, J. I., Sarmiento, H., González-Fernández, F. T., Palucci Vieira, L. H., . . . Carral, J. M. C. (2021). Relationships between fitness status and match running performance in adult women soccer players: A cohort study. *Medicina* 57(6), 1-17. <https://doi.org/10.3390/medicina57060617>
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2(9), 817-828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 33(11), 1925-1931. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019>
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(7), 1242-1248. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94>
- Milanović, Z., Sporiš, G., James, N., Trajković, N., Ignjatović, A., Sarmiento, H., . . . Mendes, B. M. B. (2017). Physiological demands, morphological characteristics, physical abilities and injuries of female soccer players. *Journal of human kinetics*, 60, 77-83. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0091>
- Ohlsson, A., Berg, L., Ljungberg, H., Söderman, K., & Stålnacke, B.-M. (2015). Heart rate distribution during training and a domestic league game in swedish elite

female soccer players. *Annals of Sports Medicine and Research*, 2(4), 1-6.

Paradisis, G. P., Zacharogiannis, E., Mandila, D., Smirtiotou, A., Argeitaki, P., & Cooke, C. B. (2014). Multi-stage 20-m shuttle run fitness test, maximal oxygen uptake and velocity at maximal oxygen uptake. *Journal of human kinetics*, 41, 81-87.

<https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0035>

Rodríguez-Fernández, A., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., Rodríguez-Marroyo, J. A., & Villa-Vicente, J. G. (2019). Relationship between repeated sprint ability, aerobic capacity, intermittent endurance, and heart rate recovery in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3406-3413. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002193>

Vescovi, J. D. (2014). Motion characteristics of youth women soccer matches: female athletes in motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Medicine*, 35(2), 110-117. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1345134>

Vescovi, J. D., Fernandes, E., & Klas, A. (2021). Physical demands of women's soccer matches: A perspective across the developmental spectrum. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 634696. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.634696>