

Decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold:

En analyse af forskelle mellem spillerpositioner, årgange samt kamp og træning

Deceleration Load in Youth Elite Football: An Analysis of Differences
Between Playing Positions, Age Groups, and Match and Training
Context



Benyamin Neman (eksamens nr.: 4134930)

Idræt og Sundhed m. specialisering i konkurrence og eliteidræt –

Syddansk Universitet

Vejleder: Morten B. Randers

Antal anslag: 46.217

Stilet efter at blive indsendt til:

International Journal of Performance Analysis in Sport

Indholdsfortegnelse

Abstract	2
Abstract (English)	3
Introduktion	4
Metode.....	6
<i>Studiedesign og datastruktur</i>	<i>6</i>
<i>Datakilder og målemetoder.....</i>	<i>7</i>
<i>Variabler</i>	<i>8</i>
<i>Deltagere</i>	<i>8</i>
<i>Databehandling.....</i>	<i>9</i>
<i>Statistisk analyse.....</i>	<i>10</i>
Resultater.....	10
Diskussion	15
<i>Positionsforskelle.....</i>	<i>15</i>
<i>Aldersrelaterede forskelle</i>	<i>16</i>
<i>Decelerationsbelastning på tværs af intensitetszoner.....</i>	<i>18</i>
<i>Kamp vs. træning</i>	<i>19</i>
<i>Metodiske overvejelser og begrænsninger.....</i>	<i>20</i>
Konklusion:	21
Praktiske implikationer:.....	22
Litteraturliste:	24

Abstract

Formålet med dette studie var, at undersøge decelerationsbelastning hos mandlige ungdomselitefodboldspillere med fokus på forskelle mellem kamp og træning, samt variation på tværs af spillerpositioner, årgange og intensitetszoner. Studiet var et retrospektivt observationsstudie baseret på GPS-data fra 63 markspillere fordelt på U15, U17 og U19. Datasættet omfattede 3.382 observationer, heraf 2.852 fra træning og 530 fra kamp. Decelerationer blev opgjort som antal pr. minut og analyseret som totale, medium-intense og højintense decelerationer. Forskelle blev undersøgt med lineære mixed-effects modeller med spiller-ID som tilfældig effekt. Resultaterne viste, at kamp medførte signifikant højere decelerationsbelastning end træning på tværs af alle intensitetszoner. De estimerede marginale middelværdier var 0,97 dec/min [CI: 0,94-1,01] i kamp og 0,78 dec/min [CI: 0,75-0,81] i træning for totale decelerationer, 0,59 dec/min [CI: 0,57-0,61] mod 0,43 dec/min [CI: 0,42-0,45] for medium-intense decelerationer og 0,38 dec/min [CI: 0,36-0,39] mod 0,27 dec/min [CI: 0,25-0,28] for højintense decelerationer. Der blev desuden fundet positionsspecifikke forskelle, hvor centrale forsvarsspillere havde de laveste værdier, mens full-backs og angribere/kantspillere havde de højeste. I kamp varierede den totale decelerationsbelastning fra 0,83 dec/min [CI: 0,75-0,91] hos centrale forsvarsspillere til 1,08 dec/min [CI: 0,99-1,17] hos angribere/kantspillere. Studiet viser, at decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold er afhængig af kampkontekst, spillerposition, årgang og intensitet. Fundene understreger behovet for differentieret monitorering og træningsplanlægning, hvor decelerationer vurderes i relation til intensitet, taktisk rolle og forskellen mellem kampens og træningens belastningskrav.

Nøgleord: *Decelerationsbelastning; ungdomselitefodbold; GPS-monitorering; spillerposition; kamp; træningsbelastning.*

Abstract (English)

The aim of the study was to investigate deceleration load in elite youth soccer players, focusing on differences between match play and training, as well as variation across playing positions, age groups, and intensity zones. This retrospective observational study was based on GPS data from 63 outfield players across the U15, U17 and U19 age groups. The dataset comprised of 3.382 observations, including 2.852 training and 530 match observations. Decelerations were expressed as the number of decelerations per minute and analysed as total, medium- and high-intensity decelerations using linear mixed-effects models. Match play elicited significantly greater deceleration loads than training across all intensity zones. Estimated marginal means were 0,97 dec/min [CI: 0,94-1,01] during match play and 0,78 dec/min [CI: 0,75-0,81] during training for total decelerations, 0,59 dec/min [CI: 0,57-0,61] versus 0,43 dec/min [CI: 0,42-0,45] for medium-intensity decelerations, and 0,38 dec/min [CI: 0,36-0,39] versus 0,27 dec/min [CI: 0,25-0,28] for high-intensity decelerations. Position-specific differences were also observed, with central defenders demonstrating the lowest values, whereas full-backs and forwards/wingers displayed the highest values. During match play, total deceleration load ranged from 0,83 dec/min [CI: 0,75-0,91] in central defenders to 1,08 dec/min [CI: 0,99-1,17] in forwards/wingers. The findings demonstrate that deceleration load in elite youth soccer is influenced by match context, playing position, age group, and intensity. These results highlight the importance of differentiated monitoring and training prescription, where decelerations are evaluated in relation to intensity, tactical role, and the differing load demands of match play and training.

Keywords: *Deceleration load; youth elite soccer; GPS monitoring; playing position; match-play; training load.*

Introduktion

Fodbold på elite- og talentniveau er kendetegnet ved et højt tempo og hyppige skift mellem acceleration, deceleration og retningsskift. Traditionelt har analyser af fysiske krav i fodbold primært fokuseret på løbedistance og hastighedszoner, men nyere studier har vist, at disse mål alene ikke giver et fyldestgørende billede af den eksterne belastning, som spillere udsættes for (Dalen et al., 2016). Særligt decelerationer er blevet fremhævet som en central belastningskomponent, idet de er forbundet med stor mekanisk belastning og høj excentrisk muskelaktivitet (Harper et al., 2025). Studier har vist, at decelerationer kan bidrage væsentligt til den samlede mekaniske belastning, også i situationer hvor den tilbagelagte distance og løbehastighed er relativt lav (Dalen et al., 2016; Harper et al., 2019; Harper et al., 2025).

I modsætning til accelerationer, som primært er forbundet med koncentrisk muskelarbejde og fremdrift, indebærer decelerationer en aktiv opbremsning af kroppen, hvor kinetisk energi skal absorberes gennem excentrisk muskelarbejde. Dette stiller betydelige krav til muskelsener, særligt i underekstremiteterne, og medfører en høj mekanisk belastning pr. aktion. Som følge heraf kan decelerationer være forbundet med en relativt større fysiologisk og strukturel belastning sammenlignet med accelerationer, selv når de forekommer med lavere frekvens og volumen (Silva et al., 2023).

Mens traditionelle målinger som løbedistance og hastighed primært afspejler den metaboliske belastning, repræsenterer accelerations- og decelerationshandlinger i højere grad den mekaniske belastning, som spilleren udsættes for (Silva et al., 2023). Dette skyldes, at disse bevægelser involverer hyppige kraftudviklinger og -absorptioner, som ikke nødvendigvis afspejles i den samlede distance eller gennemsnitlige hastighed. Som følge heraf kan spillere være udsat for betydelig mekanisk belastning, selv i perioder hvor de traditionelle belastningsmål fremstår moderate (Vigh-Larsen et al., 2018).

Med den stigende anvendelse af GPS-teknologi i fodbold er det blevet muligt at kvantificere accelerations- og decelerationsbelastning mere detaljeret og over længere perioder. Flere studier har dokumenteret, at accelerations- og decelerationsvariabler kan være mere følsomme over for ændringer i belastning og træthed end traditionelle distance- og hastighedsbaserede mål (Vigh-

Larsen et al., 2018; Newans et al., 2019). Samtidig peger litteraturen på tydelige positionsspecifikke forskelle, hvor spillere i brede positioner ofte udfører flere accelerationer og decelerationer end centrale spillere. Disse forskelle kan relateres til spillernes taktiske rolle og de krav som positionerne stiller i kamp (Vigh-Larsen et al., 2018; Moreno-Azze et al., 2025).

I ungdomselitefodbold tilføjes yderligere en kompleksitet, idet spillere befinder sig i forskellige udviklings- og modningsfaser. Aldersrelaterede forskelle i fysisk kapacitet, bevægelsesmønstre og taktisk rolle kan derfor forventes at påvirke den belastning, spillerne udsættes for (Malamud et al., 2025). Tidligere studier har vist, at ungdomsspillere i visse tilfælde kan udvise lige så høje eller højere accelerations- og decelerationsbelastninger end senior elitefodboldspillere, særligt i træningskontekster (Morgans et al., 2023). Ligeledes har studier vist, at ungdomsspillere kan udføre et højt antal højintense decelerationer i kamp, hvilket udfordrer antagelsen om, at de fysiske krav nødvendigvis er lavere i ungdomsfodbold end på seniorniveau (Vigh-Larsen et al., 2018; Malamud et al., 2025).

Samtidig indikerer nyere studier, at variation i decelerationsbelastning ikke udelukkende kan forklares ved spillernes fysiske kapacitet. Maksimale decelerationsværdier og det samlede decelerationsarbejde i kamp synes i høj grad at være afhængige af kampkontekst, taktiske forhold og muligheder for bevægelse, snarere end af testbaserede fysiske kompetencer alene (Silva et al., 2024; Newans et al., 2019). Dette understreger behovet for en kontekstualiseret fortolkning af decelerationsdata, særligt når der arbejdes med retrospektive GPS-målinger i praksisnære miljøer.

På trods af den voksende mængde forskning indenfor området er litteraturen fortsat præget af metodisk variation. Forskelle i definitioner af deceleration, valg af tærskelværdier og rapporteringsformer vanskeliggør direkte sammenligninger på tværs af studier (Silva et al., 2024; Teixeira et al., 2021). Desuden er der begrænset viden om, hvordan decelerationsbelastningen varierer systematisk på tværs af både årgange og spillerpositioner inden for samme ungdomselitemiljø over længere tidsperioder. I praksis anvendes GPS-data i stigende grad i talentudviklingsmiljøer til monitorering af belastning, men mangler fortsat praksisnær viden, som kan understøtte en nuanceret fortolkning af decelerationsbelastning i relation til både alder og position.

En yderligere relevant problemstilling i anvendelsen af GPS-data i praksis er, hvordan belastningen i kamp relaterer sig til den belastning, spillere udsættes for til træning. Selvom træning ofte tilrettelægges med henblik på at forberede spillere på kampens krav, er det fortsat uklart, i hvilken grad træning faktisk afspejler de belastningsprofiler, der observeres i kamp. Dette er særligt relevant i talentudviklingsmiljøer, hvor en bedre forståelse af kampens krav kan danne grundlag for en mere målrettet tilrettelæggelse af træning.

Der mangler således studier, som inden for samme population undersøger decelerationsbelastning i kamp på tværs af både årgange og spillerpositioner over længere tidsperioder. En sådan tilgang er nødvendig for at opnå en mere detaljeret forståelse af kampens fysiske krav i ungdomselitefodbold, hvor både udviklingsmæssige og taktiske faktorer spiller en væsentlig rolle.

På denne baggrund er formålet med dette studie at undersøge decelerationsbelastning hos ungdomselitefodboldspillere med fokus på variation på tværs af årgange og spillerpositioner samt forskelle mellem kamp og træning. Studiet er baseret på retrospektiv analyse af GPS-data og kan bidrage til en mere detaljeret forståelse af de fysiske krav, som ungdomselitefodboldspillere udsættes for, og danne grundlag for mere informeret belastningsstyring i talentudviklingsmiljøer.

Metode

Studiedesign og datastruktur

Studiet er et retrospektivt observationsstudie baseret på eksisterende GPS-data indsamlet fra ungdomselitefodboldspillere. Data blev indsamlet fra første træningssession i pre-season i juli 2025 og frem til december 2025. Datasættet omfattede i alt 3.382 observationer fordelt på 63 spillere, hvor hver spiller bidrog med gentagne målinger fra både træning og kamp. Antallet af observationer pr. spiller varierede fra 11 til 89, hvilket resulterede i et ubalanceret datasæt med betydelig variation i mængden af data på individniveau. Hver observation repræsenterede en trænings- eller kampperiode, hvor der blev registreret fysiske belastningsparametre, herunder decelerationer (primær variabel) relativiseret til spilletid. Datastrukturen var hierarkisk, idet observationer var indlejret indenfor spillere. Dette indebærer, at målinger fra samme spiller ikke kan antages at være uafhængige, hvilket har væsentlige implikationer for den statistiske analyse. For at tage højde for dette, blev der anvendt statistiske modeller, der eksplicit håndterer gentagne målinger.

Datakilder og målemetoder

Data blev indsamlet ved brug af GPS-systemet, PlayerData EDGE (PlayerData Ltd., Edinburgh, Skotland), som er FIFA-certificeret til monitorering af bevægelsesdata i fodbold. Systemet anvender en GPS-samplingfrekvens på 10 Hz samt en inertial measurement unit (IMU) med en samplingfrekvens på 50 Hz. Den anvendte firmwareversion var typisk version 0.3.240 (PlayerData., 2026). Systemet registrerer kontinuerligt spillerens position på banen over tid, hvorfra hastigheds- og accelerationsdata beregnes og anvendes til estimering af bevægelsesrelaterede belastningsparametre. Spillerne bar en vest med integreret GPS-enhed placeret mellem skulderbladene, hvilket muliggør kontinuerlig registrering af bevægelsesmønstre under aktivitet. Registreringen af data blev automatisk initieret, når GPS-enheden blev taget i brug, mens den fysiske træner efterfølgende havde mulighed for at definere det præcise tidsinterval, der skulle inkluderes i den endelige dataregistrering. Denne placering er standard i elitefodbold og sikrer relativ stabil registrering af accelerations- og hastighedsdata (Malamud et al., 2025). Decelerationer blev i dette studie defineret som bevægelser karakteriseret ved en reduktion i hastighed, hvor accelerationen er negativ. En deceleration blev registreret, når den negative acceleration oversteg 2,0 m/s² i mindst 0,5 sekunder. På baggrund af disse registreringer blev decelerationer kategoriseret i intensitetszoner. Medium-intense decelerationer blev defineret som 2,0-2,99 m/s², mens højintense decelerationer blev defineret som $\geq 3,0$ m/s² (PlayerData, u.d.). Derudover blev den samlede decelerationsfrekvens beregnet som det totale antal decelerationer pr. minut uanset intensitet. Disse tærskler blev anvendt konsistent på tværs af både kamp og træning. Da varigheden af træning og kamp varierede, blev alle variabler normaliseret i forhold til spilletid og udtrykt som antal decelerationer pr. minut. Denne normalisering blev foretaget for at sikre sammenlignelighed mellem observationer på tværs af forskellige kontekster og årgange. Træningsdata omfattede alle registrerede træningspas i observationsperioden og var ikke selekteret ud fra specifikke træningsdage i relation til kamp. Det betyder at datasættet inkluderede både træningspas med relativ lav samlet belastning (fx MD+2 og MD-1), samt højere belastning (fx MD-4 og MD-2). Som følge heraf repræsenterer de rapporterede træningsværdier et gennemsnit på tværs af forskellige belastningsniveauer inden for træningsugen.

Variabler

Den primære afhængige variabel i studiet var decelerationsbelastning udtrykt som antal decelerationer pr. minut (dec/min). Denne blev analyseret både som totale decelerationer samt opdelt i medium- og højintense decelerationer for at opnå en mere nuanceret forståelse af belastningens intensitetsfordeling. De uafhængige variabler omfattede typen af aktivitet (kamp vs. træning), årgang (U15, U17 og U19) samt spillerposition. Spillerpositioner blev kategoriseret i fire overordnede grupper baseret på deres taktiske funktion på banen. Kategorien centre backs (CB) omfattede centrale forsvarsspillere, mens full-backs (FB) inkluderede både højre og venstre backs. Midfielders (MF) dækkede centrale, defensive og offensive midtbanespillere, mens centre forwards/wingers (CF/W) omfattede både angribere og kantspillere. Sammenslutningen af angribere og kantspillere blev foretaget på baggrund af et lavt antal observationer for kantspillere, hvilket gjorde en separat analyse metodisk usikker. Ved at samle disse positioner blev der opnået en større statistisk robusthed i analyserne. For at tage højde for gentagne målinger inden for samme spiller blev hver spiller tildelt et unikt spiller-ID (pid) som blev inkluderet som tilfældig effekt i de statistiske modeller.

Deltagere

Deltagerne bestod af mandlige ungdomselitefodboldspillere fra en dansk talentudviklingsklub, som konkurrerede på højeste niveau inden for deres respektive årgange. I alt indgik 63 spillere i analysen fordelt på U15 (n = 17), U17 (n = 23) og U19 (n = 23). Datasættet bestod af 2.852 observationer fra træning og 530 kampobservationer, fordelt på de tre årgange. Spillere kunne bidrage med flere observationer og kunne desuden optræde på tværs af både positioner og årgange i løbet af studieperioden. Det skal bemærkes, at årgangene i klubben er organiseret således, at U15 består af én årgang, mens U17 og U19 omfatter to årgange (henholdsvis U16/U17 og U18/U19). Dette medfører, at der inden for U17 og U19 er en større aldersmæssig variation sammenlignet med U15, hvilket kan have betydning for variation i fysisk kapacitet og belastningsprofil inden for disse grupper. Dette afspejler den dynamiske karakter af talentudviklingsmiljøer, hvor spillere løbende kan ændre rolle og niveau. Kun markspillere blev inkluderet i analysen, da målmandens bevægelsesmønstre og fysiske krav afskiller sig væsentligt fra øvrige positioner og derfor ikke er direkte sammenlignelige. Data blev behandlet anonymt, og spillerne kunne ikke identificeres i analysen. Studiet er baseret på eksisterende data indsamlet som en del af den daglige trænings- og

kampmonitorering i klubben og indebar ingen intervention eller ændring af spillernes normale trænings- og kampaktiviteter. Data blev udelukkende anvendt til forskningsmål.

Årgang	Træning (n)	Kamp (n)
U15	955	226
U17	971	141
U19	926	163
Total	2852	530

Tabel 1: Fordelingen af trænings- og kampobservationer på tværs af årgange.

Databehandling

Inden analyse blev datasættet rensat og struktureret for at sikre validitet og sammenlignelighed mellem observationer. Alle beslutningsvariabler blev normaliseret i forhold til spilletid og udtrykt som decelerationer pr. minut, hvilket var nødvendigt, da kampens varighed varierede mellem årgange. U15 spillede 2 x 40 minutter, mens U17 og U19 spillede 2 x 45 minutter (DBU Sjælland, u.d).

Observationer blev ekskluderet, hvis de blev vurderet som ikke-repræsentative for normal trænings- eller kampbelastning. Det omfattede observationer med manglende registrering af total distance, sessioner relateret til ”return to play” eller testaktiviteter samt ufuldstændige træningspas.

Derudover blev individuelle træningssessioner og såkaldte ”top-up”-sessioner ekskluderet da disse ikke blev vurderet direkte sammenlignelige med holdtræning. For kampdata blev observationer ekskluderet, hvis spilleren havde deltaget i mindre end 50% af den samlede spilletid, da disse observationer ikke blev vurderet repræsentative for kampbelastning. Endvidere blev enkelte observationer ekskluderet på baggrund af usædvanligt lave værdier for tilbagelagt distance, da disse enten kunne indikere minimal deltagelse eller tekniske fejl i GPS-registreringen.

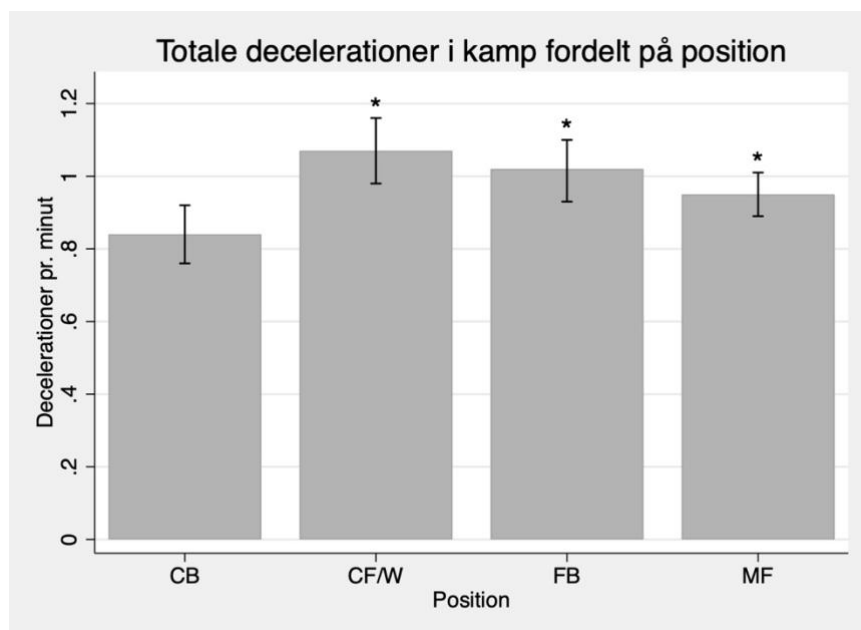
Statistisk analyse

Forskelle i decelerationsbelastning blev analyseret ved hjælp af lineære mixed-effects regressionsmodeller. Denne modeltype blev valgt, da den muliggør håndtering af datasæt med gentagne målinger og samtidig tager højde for variation både mellem og indenfor spillere. Spiller-ID (pid), blev inkluderet som en tilfældig effekt for at modellere intra-individuel korrelation, mens de uafhængige variabler (type, årgang og position) blev inkluderet som faste effekter. Modellerne blev estimeret ved maximum likelihood, hvilket gjorde det muligt, at håndtere ubalancerede datasæt med varierende antal observationer pr. spiller. Den samlede effekt af de kategoriske variabler blev testet ved hjælp af Wald χ^2 -tests, hvor nulhypotesen var, at der ikke var forskelle mellem grupperne. Estimerede marginale gennemsnit blev beregnet ved hjælp af margins, for at beskrive niveauet af decelerationer pr. minut på tværs af de forskellige grupper.

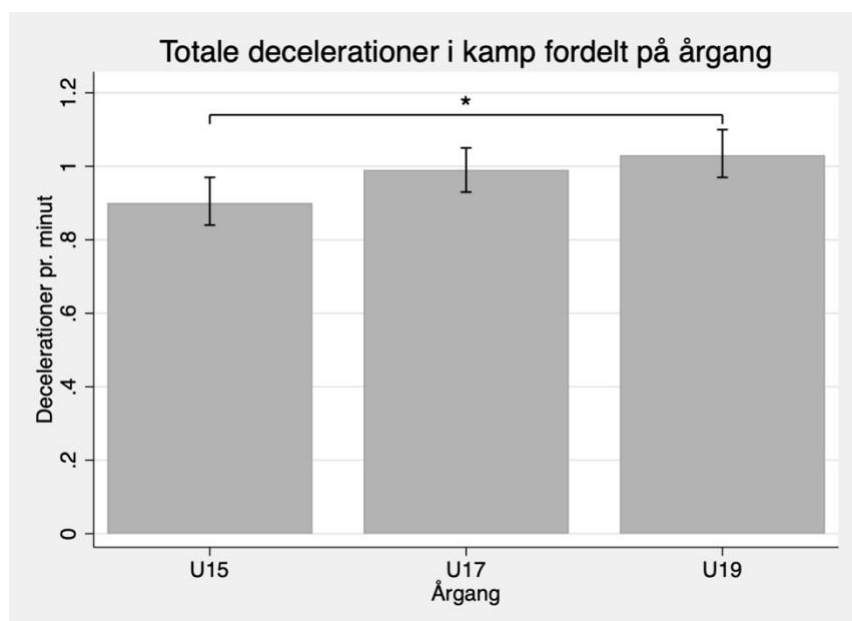
Der blev gennemført separate analyser for totale, medium- og højintense decelerationer. Signifikansniveauet blev fastsat til $p < 0,05$, og alle analyser blev gennemført i Stata (version 19,5). Der er desuden blevet anvendt ChatGPT (OpenAI) som støtte til kodning i Stata samt fejlfinding i forbindelse med den statistiske analyse. Alle analyser og endelige formuleringer er udført og vurderet af forfatteren.

Resultater

Der blev fundet en signifikant samlet effekt af spillerposition på den totale decelerationsbelastning ($p < 0,05$). De observerede gennemsnitsværdier viste variation mellem spillerpositioner, hvor de estimerede marginale middelværdier spændte fra 0,83 til 1,08 dec/min. Fordelt på spillerpositioner havde centrale forsvarsspillere (CB) de laveste værdier med et gennemsnit på 0,83 dec/min [CI: 0,75-0,91]. Midtbanespillere (MF) viste højere estimerede værdier med 0,95 dec/min [CI: 0,891,01], mens full-backs (FB) lå på 1,01 dec/min [CI: 0,92-1,09]. De højeste værdier blev observeret hos angribere og kantspillere (CF/W) med 1,08 dec/min [CI: 0,99-1,17]. Forskellen mellem laveste og højeste position svarede dermed til 0,25 dec/min. Dette svarer til en relativ forskel på ca. 30% mellem CB og CF/W. Forskellen mellem positioner fulgte et gradvist mønster, hvor værdierne steg fra centrale defensive positioner mod bredere og mere offensive positioner.



Figur 1: Totale decelerationer pr. minut i kamp fordelt på positionerne (CB, MF, FB og CF/W). Værdierne repræsenterer estimerede marginale middelværdier fra mixed-effects modellen, justeret for årgang. Linjerne angiver 95% konfidensintervaller. * angiver signifikant forskel fra centrale forsvarsspillere ($p < 0,05$)



Figur 2: Totale decelerationer pr. minut i kamp fordelt på årgange (U15, U17, U19). Værdierne repræsenterer estimerede marginale middelværdier fra en mixed-effects model, justeret for spillerposition. Linjerne angiver 95% konfidensintervaller. * angiver en signifikant samlet effekt af årgang ($p < 0,05$).

Der blev fundet en signifikant samlet effekt af årgange på totale decelerationer ($p < 0,05$). U15 havde de laveste estimerede marginale værdier med 0,91 dec/min [CI: 0,84-0,97], mens både U17 og U19 havde højere værdier ($p < 0,05$) på henholdsvis 0,99 dec/min [CI: 0,93-1,05] og 1,03 [CI: 0,97-1,10]. Der blev ikke fundet signifikant forskel mellem U17 og U19 ($p > 0,05$). De estimerede

marginale middelværdier viste, at U17 lå ca. 0,08 dec/min højere end U15, mens U19 begge lå ca. 0,13 dec/min højere end U15. Dette svarer til en relativ forskel på ca. 10% mellem U15 og U17 samt ca. 16% mellem U15 og U19. På tværs af årgange blev det samme positionsspecifikke mønster observeret, hvor CB konsekvent havde de laveste værdier, mens CF/W og FB havde de højeste værdier.

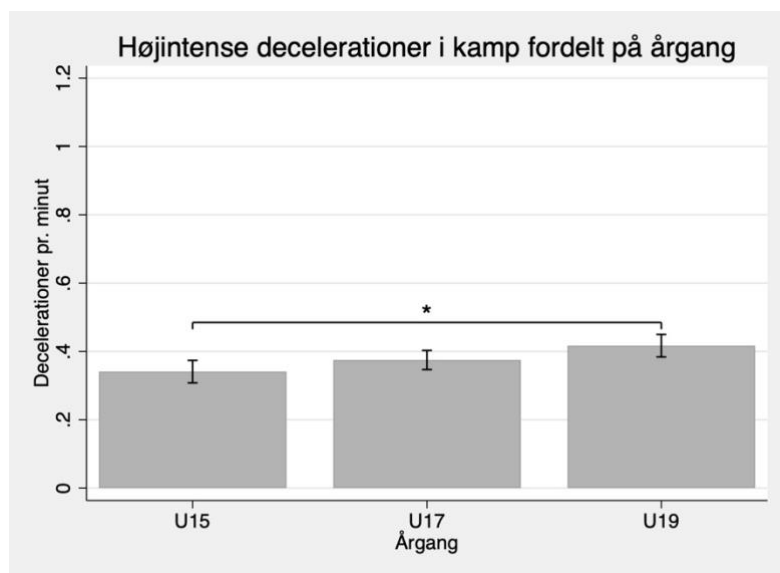
Analysen af medium-intense decelerationer i kamp viste en variation i antal decelerationer pr. minut mellem spillerpositioner ($p < 0,05$), mens forskelle mellem årgange var mindre udtalte ($p > 0,05$). De estimerede marginale middelværdier for medium-intense decelerationer spændte fra 0,52 til 0,66 dec/min afhængigt af spillerposition. CB havde de laveste værdier med et gennemsnit på 0,52 dec/min [CI: 0,47-0,58], efterfulgt af MF med 0,58 dec/min [CI: 0,54-0,62], mens FB og CF/W havde de højeste værdier med henholdsvis 0,63 [CI: 0,57-0,68] og 0,66 dec/min [CI: 0,60-0,71]. Forskellen mellem laveste og højeste position udgjorde dermed 0,14 dec/min svarende til en relativ forskel på ca. 27%.

Positionsforskellene fulgte et gradvist mønster, hvor værdierne steg fra centrale defensive positioner mod bredere og mere offensive positioner. Forskellene mellem CB og MF var 0,06 dec/min, mellem MF og FB 0,05 dec/min og mellem FB og CF/W 0,03 dec/min.

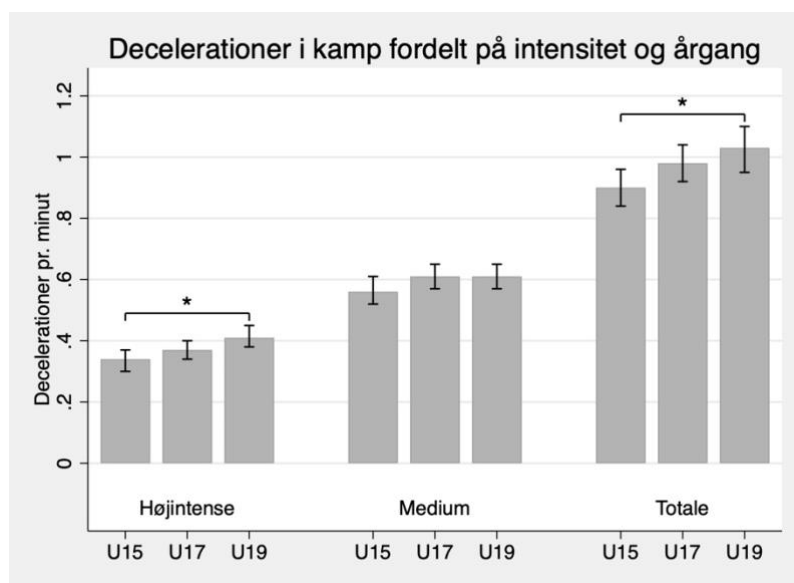
U15 havde estimerede marginale middelværdier på 0,57 dec/min [CI: 0,52-0,61]. Tilsvarende værdier var 0,61 dec/min [CI: 0,58-0,65] for U17 og 0,61 dec/min [CI: 0,57-0,66] for U19. De estimerede middelværdier viste dermed en tendens til højere værdier i U17 og U19 sammenlignet med U15, mens forskellen mellem U17 og U19 var under 0,01 dec/min.

Analysen af decelerationer af høj intensitet i kamp viste en signifikant variation i antal decelerationer pr. minut på tværs af både spillerpositioner ($p < 0,05$) og årgange ($p < 0,05$). De estimerede marginale middelværdier for højintense decelerationer spændte fra 0,32 til 0,41 dec/min afhængigt af spillerposition. Fordelt på positioner havde CB de laveste værdier med et gennemsnit på 0,32 dec/min [CI: 0,28-0,36], efterfulgt af MF med 0,37 dec/min [CI: 0,34-0,40], mens FB og CF/W havde de højeste værdier med 0,39 [CI: 0,35-0,43] og 0,41 dec/min [CI: 0,37-0,46]. Forskellen mellem laveste og højeste position udgjorde dermed 0,09 dec/min, hvilket svarer til en relativ forskel på ca. 28%.

U15 havde de laveste estimerede marginale middelværdier med 0,34 dec/min [CI: 0,31-0,37], mens U17 og U19 havde højere værdier på henholdsvis 0,37 dec/min [CI: 0,35-0,40] og 0,42 dec/min [CI: 0,38-0,45]. Forskellen mellem U15 og U19 udgjorde ca. 0,08 dec/min, svarende til en relativ forskel på 23%.



Figur 3: Højintense decelerationer pr. minut i kamp fordelt på årgange (U15, U17, U19). Værdierne repræsenterer estimerede marginale middelværdier fra en mixed-effects model, justeret for spillerposition. Linjerne angiver 95% konfidensintervaller. * angiver en signifikant samlet effekt af årgang ($p < 0,05$).

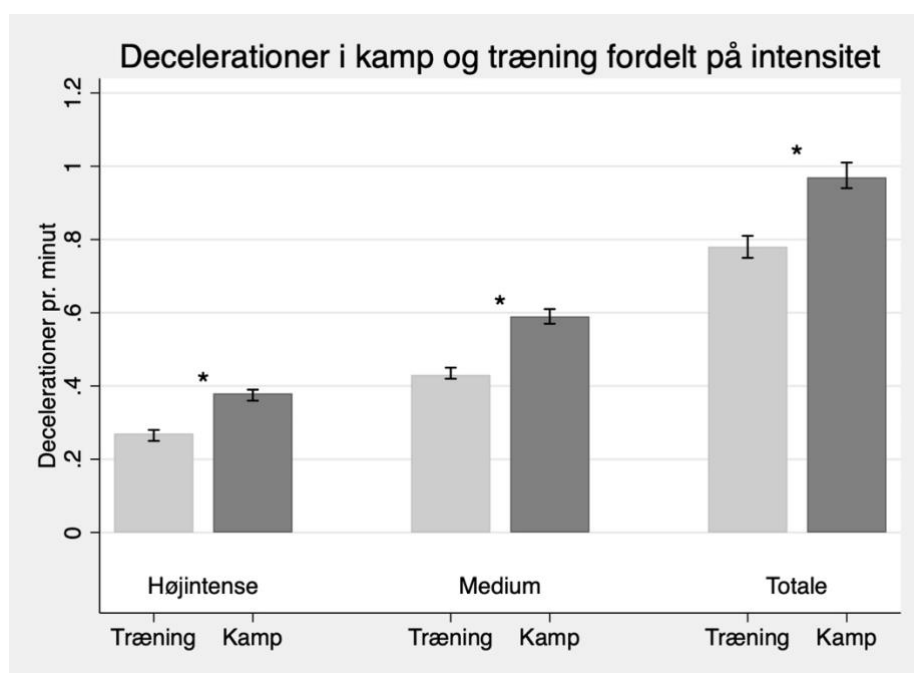


Figur 4: Estimerede marginale middelværdier for decelerationer pr. minut i kamp fordelt på samlet decelerationsfrekvens samt medium- og højintense decelerationer på tværs af årgange (U15, U17, U19). 95% konfidensintervaller er vist. * angiver en signifikant samlet effekt af årgang inden for den pågældende intensitet. Estimaterne er justeret for position ved brug af mixed-effects modeller.

Ved direkte sammenligning mellem kamp og træning, blev der fundet signifikante forskelle i decelerationsbelastning pr. minut, på tværs af både den samlede decelerationsbelastning, samt de intensitetsopdelte kategorier. For totale decelerationer, viste den kombinerede mixed-effects model en signifikant forskel mellem kamp og træning ($p < 0,05$). De estimerede marginale middelværdier var 0,97 dec/min [CI: 0,94-1,01] i kamp og 0,78 dec/min [CI: 0,75-0,81] i træning.

For medium-intense decelerationer, blev der ligeledes fundet en signifikant forskel mellem kamp og træning ($p < 0,05$). De estimerede marginale middelværdier var 0,59 dec/min [CI: 0,57-0,61] i kamp og 0,43 dec/min [CI: 0,42-0,45] i træning.

For højintense decelerationer, blev der tilsvarende observeret en signifikant forskel mellem kamp og træning ($p < 0,05$). De estimerede marginale middelværdier var 0,38 dec/min [CI: 0,36-0,39] i kamp og 0,27 dec/min [CI: 0,25-0,28] i træning.



Figur 5: Estimerede marginale middelværdier for decelerationer pr. minut i kamp og træning fordelt på samlet decelerationsbelastning og intensitet. 95% konfidensintervaller er vist. * angiver signifikant forskel mellem træning og kamp inden for den pågældende intensitet ($p < 0,05$). Estimaterne er baseret på mixed-effects modeller.

I den kombinerede analyse af kamp- og træningsdata, blev der fundet signifikante forskelle mellem årgange for alle tre variabler ($p < 0,05$). For total decelerationer havde U15 de laveste estimerede marginale middelværdier med 0,70 dec/min [CI: 0,67-0,74], mens U17 og U19 havde højere værdier på henholdsvis 0,88 dec/min [CI: 0,84-0,91] og 0,86 dec/min [0,83-0,90]. For medium-

intense decelerationer var værdierne 0,43 dec/min [CI: 0,41-0,45] for U15, 0,49 dec/min [CI: 0,470,51] for U17 og 0,47 dec/min [CI: 0,45-0,49] for U19. For højintense decelerationer var de estimerede marginale middelværdier 0,25 dec/min [CI: 0,23-0,27] for U15, 0,29 dec/min [CI: 0,270,31] for U17, og 0,31 dec/min [CI: 0,29-0,33] i U19.

Der blev også fundet signifikante forskelle mellem positioner i den kombinerede analyse af kamp- og træningsdata for både totale ($p < 0,05$), medium-intense ($p < 0,05$) og højintense decelerationer ($p < 0,05$). For totale decelerationer varierede de estimerede marginale middelværdier fra 0,76 dec/min [CI: 0,72-0,81] hos CB til 0,86 dec/min [CI: 0,82-0,91] hos CF/W, mens FB og MF havde værdier på henholdsvis 0,82 dec/min [CI: 0,77-0,87] og 0,80 dec/min [CI: 0,77-0,83].

For medium-intense decelerationer havde CB de laveste værdier med 0,42 dec/min [CI: 0,39-0,44], mens CF/W havde de højeste værdier med 0,49 dec/min [CI: 0,47-0,52]. FB og MF havde henholdsvis 0,47 dec/min [CI: 0,44-0,49] og 0,46 dec/min [CI: 0,44-0,48].

For højintense decelerationer var de estimerede marginale middelværdier højest hos CF/W med 0,30 dec/min [CI: 0,28-0,33] og FB med 0,30 dec/min [CI: 0,27-0,32], mens CB og MF havde de samme værdier på 0,27 dec/min [CI: 0,25-0,29].

Diskussion

Studiet viste tydelige forskelle i decelerationsbelastning mellem kamp og træning, samt på tværs af spillerpositioner, årgange og intensitetszoner i ungdomselitefodbold. Disse fund diskuteres i relation til kampkontekst, positionsspecifikke krav og udviklingsmæssige forhold i de følgende afsnit.

Positionsforskelle

Resultaterne viste tydelige positionsspecifikke forskelle i decelerationsbelastning under kamp, hvor spillere i brede og offensive positioner (FB og CF/W) konsekvent havde en højere forekomst af decelerationer sammenlignet med CB. Dette mønster var gennemgående på tværs af både totale, medium- og højintense decelerationer og kan indikere, at spillernes taktiske rolle har betydning for den mekaniske belastning, de udsættes for i kamp.

En mulig forklaring på disse forskelle, kan findes i de bevægelsesmønstre og arbejdsopgaver, der karakteriserer de forskellige positioner. Spillere i brede og offensive positioner er ofte involveret i højintense aktioner, såsom overlap, presaktioner, dybdeløb og defensive returløb, hvilket kan medføre flere accelerationer, højere fart og efterfølgende decelerationer. Omvendt er CB typisk involveret i færre højintense retningsskift, og bevæger sig ofte over kortere afstande, hvilket kan bidrage til deres lavere decelerationsbelastning.

Midtbanespillere indtog i dette studie en mellemposition i decelerationsprofilen. Dette kan muligvis afspejle, at gruppen omfattede både defensive, centrale og offensive midtbanespillere med forskellige roller og bevægelsesmønstre.

De observerede positionsspecifikke forskelle stemmer overens med tidligere studier, hvor spillere i brede og offensive positioner har vist sig at udføre flere accelerationer og decelerationer end centrale spillere (Vigh-Larsen et al., 2018; Douchet et al., 2023; Conde-Pipó et al., 2024). Dette stemmer ligeledes overens med Silva et al. (2023), som rapporterede højere accelerations- og decelerationskrav i brede positioner. Samlet understøtter litteraturen en fortolkning af, at de fysiske krav i fodbold i høj grad er positionsspecifikke og påvirkes af spillernes taktiske rolle.

Resultaterne stemmer desuden overens med Kaya et al. (2024), som fandt signifikante positionsforskelle i både accelerationer og decelerationer under small-sided games, selvom belastningsmønstret varierede afhængigt af træningsøvelsens struktur og organisering. Dette peger på, at positionsspecifikke belastninger ikke alene afhænger af spillerens position, men også af træningskontekst og øvelsesdesign.

Aldersrelaterede forskelle

I modsætning til de tydelige positionsspecifikke forskelle viste resultaterne fra studiet, at aldersrelaterede forskelle i decelerationsbelastning var mindre udtalte, særligt i kampkontekst. Der blev observeret en signifikant effekt af årgangene for totale, og højintense decelerationer, mens der ikke blev fundet signifikant effekt for medium-intense decelerationer. Dette peger på, at aldersrelaterede forskelle i kamp varierer på tværs af intensitetszoner. Et tidligere studie har ligeledes vist, at de fysiske krav i ungdomsfodbold ikke nødvendigvis udvikler sig lineært på tværs af årgange, da belastningen påvirkes af både fysisk udvikling, taktiske forhold og kampkontekst

(Malamud et al., 2025). Det kan muligvis forklare, hvorfor forskellene mellem årgangene i dette studie generelt var mindre tydelige end de positionsspecifikke forskelle.

Fraværet af forskelle ved medium-intense decelerationer kan hænge sammen med, at disse bevægelser repræsenterer belastninger, som de fleste spillere i et ungdomselitemiljø er i stand til at udføre relativt hyppigt, uafhængigt af alder. Samtidig kan kampe bidrage til at reducere forskelle mellem årgangene, da decelerationsbelastning ikke alene påvirkes af fysisk kapacitet, men også af taktiske forhold og kampstruktur. Dette stemmer overens med tidligere observationer i ungdomsfodbold, hvor kampkrav i nogle tilfælde har vist mindre variation mellem årgange end forventet ud fra spillernes fysiske udvikling alene (Malamud et al., 2025).

Derimod kan de observerede forskelle ved højintense decelerationer indikere, at fysisk kapacitet får større betydning ved de mest krævende bevægelser. Højintense decelerationer stiller store krav til styrke, neuromuskulær kontrol og evnen til at absorbere kraft, hvilket tidligere er fremhævet som centrale faktorer ved decelerationsarbejde (Harper et al., 2025). Tilsvarende fandt Silva et al. (2024), at ældre ungdomsspillere opnåede højere maksimale decelerationsværdier under kamp sammenlignet med yngre spillere, hvilket kan indikere en større evne til at udtrykke maksimal fysisk kapacitet under kamp. Dette kan bidrage til at forklare, hvorfor ældre spillere i højere grad udførte højintense decelerationer. Anvendelsen af absolutte tærskler kan samtidig have påvirket forskellene mellem årgangene, da den samme tærskel sandsynligvis repræsenterer forskellige relative belastninger i forhold til spillernes fysiske kapacitet.

En mulig medvirkende faktor kan desuden være, at spillerne indgik i et selekteret talentudviklingsmiljø, hvor yngre spillere løbende eksponeres for ældre årgange gennem træning og kamp. Dette kan bidrage til at reducere forskelle mellem årgangene, særligt blandt fysisk modne spillere. Biologisk modenhed blev dog ikke undersøgt direkte i dette studie og bør fortolkes med forsigtighed.

I træningskonteksten blev der derimod observeret tydelige aldersrelaterede forskelle, hvor de ældre årgange havde højere decelerationsbelastning end de yngre spillere. Dette kan indikere, at træningsbelastningen i højere grad tilpasses spillernes udviklingsniveau og fysiske kapacitet. Et tidligere studie har samtidig vist, at accelerations- og decelerationsbelastning i træning i høj grad

påvirkes af træningsøvelsens struktur og organisering (Kaya et al., 2024). Det kan bidrage til, at ældre spillere eksponeres for større accelerations- og decelerationsbelastninger gennem mere intensive eller komplekse træningsformer. Resultaterne kan samtidig forstås ud fra et "load vs. capacity"-perspektiv, hvor den registrerede belastning ikke nødvendigvis afspejler spillernes maksimale kapacitet, men snarere de krav, som spillerne eksponeres for under træning og kamp.

Resultaterne tyder således på, at aldersrelaterede variationer i decelerationsbelastning primært kommer til udtryk ved højintense bevægelser og i træningskontekst, mens disse variationer var mindre tydelige i kamp.

Decelerationsbelastning på tværs af intensitetszoner

Ud over forskelle mellem kamp og træning samt mellem positioner og årgange viste resultaterne, at decelerationsbelastningen varierede afhængigt af fordelingen mellem medium- og højintense decelerationer. Mens totale decelerationer beskrev den samlede frekvens af opbremsninger, gav intensitetsfordelingen mulighed for en mere nuanceret forståelse af belastningens karakter.

Et vigtigt perspektiv i denne sammenhæng er, at totale decelerationer ikke nødvendigvis afspejler belastningens kvalitet. To spillere kan have samme antal decelerationer pr. minut, men være eksponeret for væsentlig forskellig mekanisk belastning afhængigt af fordelingen mellem medium- og højintense decelerationer. Et studie har ligeledes fremhævet accelerations- og decelerationsprofiler som mere nuancerede mål for mekanisk belastning i fodbold end traditionelle belastningsmål alene (Newans et al., 2019). Dette understreger betydningen af at analysere decelerationer fordelt efter intensitet fremfor udelukkende at anvende samlede mål.

Særligt højintense decelerationer kan antages at medføre større mekanisk og excentrisk belastning sammenlignet med mindre krævende opbremsninger, da disse bevægelser stiller høje krav til kraftabsorption, neuromuskulær kontrol og excentrisk muskelarbejde (Harper et al., 2025). Et tidligere studie har samtidig fremhævet, at højintense accelerations- og decelerationsaktioner kan have væsentlig betydning for både fysisk performance og den samlede mekaniske belastning i kamp (Rhodes et al., 2021). Intensitetsfordelingen kan derfor have væsentlig betydning i relation til belastningsstyring og træningsplanlægning. Hvis træning primært indeholder medium-intense

decelerationer, kan spillere være utilstrækkeligt eksponeret for de højintense belastninger, der opstår i kamp.

Kamp vs. træning

En central observation i studiet var, at decelerationsbelastningen pr. minut var højere i kamp, end i træning på tværs af både den samlede decelerationsfrekvens samt medium- og højintense decelerationer. Dette kan indikere, at kamp stiller større krav i relation til de mekaniske belastninger forbundet med opbremsninger og retningsskift.

En mulig forklaring på denne forskel kan findes i de fundamentale forskelle mellem kamp og træning. Kamp er karakteriseret ved en høj grad af uforudsigelighed og reaktivitet, hvor spillere kontinuerligt skal forholde sig til modstandere, medspillere og boldens bevægelse (Silva et al., 2023; Kaya et al., 2024). Dette kan medføre flere eksplosive bevægelser og efterfølgende højintense decelerationer, særligt i forbindelse med pres, omstillinger og dueller (Vigh-Larsen et al., 2018; Silva et al., 2023). Akenhead et al. (2013) rapporterede ligeledes, at professionelle spillere udfører et stort antal accelerationer og decelerationer under kamp, hvilket understøtter, at disse bevægelser udgør en væsentlig del af den samlede kampbelastning. Samtidig fremhæver Kaya et al. (2024) og Silva et al. (2023), at accelerations- og decelerationskrav påvirkes af træningsform og kampkontekst, og at strukturerede træningsøvelser derfor ikke nødvendigvis reproducerer de belastningskrav, som opstår i officielle kampe.

Flere studier har ligeledes fremhævet, at accelerations- og decelerationsarbejde udgør en væsentlig del af den samlede belastning i fodbold, og at denne belastning ikke nødvendigvis afspejles tilstrækkeligt gennem traditionelle belastningsmål som distance og hastighed (Vigh-Larsen et al., 2018; Newans et al., 2019). Den højere forekomst af decelerationer i kamp understøtter en fortolkning af, at kamp medfører større mekanisk belastning end træning.

Positionsforskellene var desuden mindre tydelige i træning end i kamp, hvilket kan indikere, at positionsspecifikke belastningskrav i højere grad kommer til udtryk i kampe. Lignende observationer er tidligere rapporteret i studier på small-sided games, hvor træningsøvelser ikke nødvendigvis reproducerede de samme positionsspecifikke belastningskrav som officielle kampe

(Kaya et al., 2024; Douchet et al., 2023). Tilsvarende rapporterede Akenhead et al. (2016), at positionsforskelle i træning generelt var mindre udtalte end de forskelle, der typisk observeres under kamp, særligt for højintense løbs- og accelerationsaktiviteter.

Samlet set peger resultaterne på, at forskellen mellem kamp og træning både kan relateres til kampens uforudsigelige bevægelseskrav, og til den måde træningsbelastningen struktureres på i praksis.

Metodiske overvejelser og begrænsninger

Ved fortolkning af resultaterne er det relevant, at inddrage en række metodiske forhold relateret til målemetode, databehandling og studiedesign. Disse forhold kan have påvirket de observerede mønstre, og bør tages i betragtning ved sammenligning med eksisterende litteratur og praktisk anvendelse af resultaterne.

En central begrænsning ved studiet er anvendelsen af GPS-baseret måleudstyr. Registreringen af accelerations- og decelerationshændelser er afhængig af systemets interne algoritmer og filtreringsmetoder. Tidligere studier har generelt vist acceptabel validitet og reliabilitet ved anvendelse af 10-Hz GPS-systemer til monitorering af bevægelsesdata i holdsport (Teixeira et al., 2021). Samtidig er målenøjagtigheden generelt lavere ved korte og eksplosive bevægelser, særligt ved accelerationer, decelerationer og retningsskift med høj intensitet (Harper et al., 2025). Dette kan medføre usikkerhed i de absolutte værdier, særligt ved højintense decelerationer.

Derudover var klassificeringen af decelerationer baseret på absolutte tærskelværdier, som ikke tager højde for individuelle forskelle i fysisk kapacitet. Den samme deceleration kan derfor repræsentere forskellige relative belastninger mellem spillere, hvilket potentielt kan påvirke fortolkningen af intensitetsfordeling og forskelle mellem grupper. Dette er særligt relevant i ungdomsfodbold, hvor variationen i biologisk modenhed kan være betydelig, og hvor ældre spillere typisk opnår højere maksimale accelerations- og decelerationsværdier end yngre spillere (Silva et al., 2024). Fraværet af data om biologisk udvikling begrænser derfor muligheden for at skelne mellem forskelle relateret til kronologisk alder og fysisk modenhed.

Et relateret metodisk aspekt er, at variation i GPS-systemer, samplingsfrekvens, databehandling og definitioner af accelerations- og decelerationszoner kan påvirke de rapporterede værdier, og dermed vanskeliggøre direkte sammenligning mellem studier. Resultaterne bør derfor fortolkes i lyset af de metodiske forskelle, der eksisterer på tværs af litteraturen.

Valget af, at normalisere data til decelerationer pr. minut, muliggør sammenligning på tværs af observationer med forskellig varighed, men kan samtidig påvirke fortolkningen af belastning. Kortere perioder med høj aktivitet kan eksempelvis fremstå relativt mere belastende end længere perioder med moderat aktivitet, selvom den samlede belastning over tid kan være lavere.

Studiets retrospektive design medfører desuden begrænsninger, da data blev indsamlet som en del af den daglige praksis i et talentudviklingsmiljø uden kontrol over træningsindhold, taktiske forhold eller modstanderens niveau i kamp. Selvom dette styrker studiets økologiske validitet, reducerer det samtidig muligheden for at kontrollere for potentielle konfunderende faktorer.

Endvidere bidrog spillere med et varierende antal observationer, hvilket resulterede i et ubalanceret datasæt. Dette blev dog håndteret statistisk gennem mixed-effects modeller. Derudover optrådte enkelte spillere på tværs af flere årgange i løbet af studieperioden, hvilket afspejler den dynamiske organisering i talentudviklingsmiljøer.

Samlet set bør resultaterne fortolkes med en vis forsigtighed, særligt ved sammenligning med andre studier. Samtidig repræsenterer studiet en praksisnær tilgang til analyse af decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold, hvor data blev indsamlet under realistiske trænings- og kampforhold, hvilket styrker den økologiske validitet og den praktiske anvendelighed.

Konklusion:

Formålet med dette studie var at undersøge decelerationsbelastningen i kamp hos ungdomselitefodboldspillere, med fokus på variation på tværs af årgange og spillerpositioner baseret på retrospektiv analyse af GPS-data. Derudover blev decelerationsbelastningen sammenlignet mellem kamp og træning for at undersøge, i hvilken grad træningsbelastningen afspejlede de belastningsprofiler, der blev observeret i kamp.

Studiets resultater viste tydelige positionsspecifikke forskelle i decelerationsbelastning under kamp. Spillere i brede og offensive positioner (FB og CF/W) udførte generelt flere decelerationer pr. minut end centrale forsvarsspillere (CB). Dette mønster var gennemgående på tværs af både totale, medium- og højintense decelerationer og understreger at spillerposition og taktisk rolle har betydning for den mekaniske belastning i kamp.

Aldersrelaterede forskelle var mindre udtalte end positionsforskellene, men der blev fundet signifikante forskelle mellem årgange for totale og højintense decelerationer. U17 og U19 havde højere værdier end U15 for totale decelerationer, mens forskellen ved højintense decelerationer særligt kom til udtryk mellem U15 og U19. Der blev ikke fundet signifikante forskelle mellem årgange for medium-intense decelerationer. Dette indikerer, at aldersrelaterede forskelle primært kommer til udtryk ved de mest krævende decelerationsaktioner.

Resultaterne viste desuden, at decelerationsbelastning ikke alene bør forstås ud fra den samlede mængde decelerationer, men også ud fra intensitetsfordelingen. Særligt højintense decelerationer fremstår som en vigtig komponent i den mekaniske belastning, hvilket understreger relevansen af at analysere decelerationer opdelt efter intensitet, fremfor udelukkende at anvende samlede mål.

Sammenligningen mellem kamp og træning viste, at decelerationsbelastningen pr. minut generelt var højere i kamp på tværs af både totale, medium- og højintense decelerationer. Dette tyder på, at træning generelt eksponerer spillere for lavere decelerationsbelastning end kamp, særligt ved højintense decelerationer. Forskellen bør dog fortolkes i lyset af, at træningsdata repræsenterede et gennemsnit på tværs af forskellige træningspas og belastningsniveauer inden for træningsugen.

Samlet set viser studiet, at decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold er kontekstafhængig og varierer på tværs af spillerposition, alder og intensitet. Fundene peger på relevansen af en differentieret tilgang til analyse og anvendelse af belastningsdata i talentudviklingsmiljøer.

Praktiske implikationer:

Resultaterne fra dette studie peger på flere praktiske implikationer for monitorering og planlægning af belastning i ungdomselitefodbold. Særligt understreger fundene, at decelerationsbelastning udgør

en væsentlig del af den samlede mekaniske belastning, som spillere eksponeres for under både kamp og træning.

Da decelerationsbelastningen pr. minut var højere i kamp end i træning på tværs af alle intensitetszoner, kan det være relevant at monitorere, i hvilken grad træning eksponerer spillere for de belastninger, der opstår i kamp. Samtidig bør disse forskelle fortolkes i lyset af den periodisering og belastningsstyring, som ofte anvendes i elite- og talentmiljøer.

De positionsspecifikke forskelle observeret i kamp understreger desuden betydningen af at inddrage spillerposition ved monitorering og planlægning af belastning. Spillere i brede og offensive positioner kan være eksponeret for højere decelerationsbelastning end centrale forsvarsspillere, hvilket kan indikere, at spillere i forskellige positioner eksponeres for forskellige mekaniske belastningskrav.

Resultaterne peger samtidig på, at intensitetsfordelingen kan være relevant at inddrage ved vurdering af belastning, da højintense decelerationer sandsynligvis medfører større mekanisk belastning end mindre krævende opbremsninger. En gradvis eksponering for højintense decelerationer, kan derfor være relevant i relation til både præstationsudvikling og belastningsstyring.

I relation til ungdomsfodbold understreger resultaterne desuden, at belastning ikke nødvendigvis kan forstås ud fra kronologisk alder alene. Dette peger på værdien af en mere individualiseret tilgang til monitorering og træningsplanlægning, hvor spillerens udviklingsniveau og fysiske kapacitet inddrages.

Litteraturliste:

Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). *Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.005>

Akenhead, R., Harley, J. A., & Tweddle, S. P. (2016). Examining the external training load of an English Premier League football team with special reference to acceleration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(9), 2424–2432.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001343>

Conde-Pipó, J., de Sousa Pinheiro, G., Pombal, D. F., Toscano, L. M., Llamas, J. E. G., Gallardo, J. M. C., ... & Mariscal-Arcas, M. (2024). Investigating acceleration and deceleration patterns in elite youth football: The interplay of ball possession and tactical behavior. *Applied Sciences*, 14(10), 4336. <https://doi.org/10.3390/app14104336>

Dalen, T., Ingebrigtsen, J., Ettema, G., Hjelde, G. H., & Wisløff, U. (2016). Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 351–359.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001063>

DBU Sjælland. (u.d.). *11-mands spilletid og dommerinfo*. Hentet d. 1/5/2026, fra <https://www.dbusjaelland.dk/dommere/dommerens-abc/information-til-dommere/11-mands-spilletid-og-dommerinfo/>

Douchet, T., Paizis, C., Roche, H., & Babault, N. (2023). Positional differences in absolute vs. Relative training loads in elite academy soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(2), 317. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.317>

Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923–1947. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1>

Harper, D. J., Philipp, N. M., Eriksrud, O., Jones, P. A., Graham-Smith, P., & Dos'Santos, T. (2025). Assessing deceleration performance: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02339-7>

Kaya, K., Gürol, B., & Tarakcı, S. (2024). *Comparative analysis of external load in small-sided games versus official matches among professional football players*. *Physical Education of Students*, 28(4), 195–209. <https://doi.org/10.15561/20755279.2024.0402>

Malamud, O., Murad, R., García Fernández, Á., Clubb, J., & Beato, M. (2025). Seasonal analysis of training and match running demands in U15–U16 elite Spanish football players. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/17479541251362987>

Moreno-Azze, A., Roldán, P., Pradas de la Fuente, F., Falcón-Miguel, D., & Gómez-Carmona, C. D. (2025). Differences in accelerations and decelerations across intensities in professional soccer players by playing position and match training day. *Applied Sciences*, 15, 8936. <https://doi.org/10.3390/app15168936>

Morgans, R., Rhodes, D., Teixeira, J. E., Modric, T., Versic, S., & Oliveira, R. (2023). Quantification of training load across two competitive seasons in elite senior and youth male soccer players from an English Premiership club. *Biology of Sport*, 40(4), 1197–1205. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.126667>

Newans, T., Bellinger, P., Dodd, K., & Minahan, C. (2019). Modelling the acceleration and deceleration profile of elite-level soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 40, 331–335. <https://doi.org/10.1055/a-0853-7676>

PlayerData. (u.d.). *Metric dictionary*. PlayerData Ltd.

PlayerData. (2026). *Technical specifications for PlayerData EDGE system* [Personlig kommunikation].

Rhodes, D., Valassakis, S., Bortnik, L., Eaves, R., Harper, D., & Alexander, J. (2021). The effect of high-intensity accelerations and decelerations on match outcome of an elite English league two

football team. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9913. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189913>

Silva, H., Nakamura, F. Y., Beato, M., & Marcelino, R. (2023). *Acceleration and deceleration demands during training sessions in football: A systematic review*. *Science and Medicine in Football*, 7(3), 198–213. <https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2090600>

Silva, H., Nakamura, F. Y., Casamichana, D., Barba, E., Castellano, J., & Marcelino, R. (2024). Match peak speeds, maximum accelerations, and maximum decelerations differ in young football players: Expression of maximal capacities is dependent of match context. *Sport Sciences for Health*, 20, 443–448. <https://doi.org/10.1007/s11332-023-01124-1>

Teixeira, J. E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Monteiro, A. M. (2021). Monitoring accumulated training and match load in football: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3906. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>

Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 1114–1122. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001918>

Manchet til:

Decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold:

En analyse af forskelle mellem spillerpositioner, årgange samt kamp og træning

Deceleration Load in Youth Elite Football: An Analysis of Differences
Between Playing Positions, Age Groups, and Match and Training
Context



Benyamin Neman (eksamens nr: 4134930)

Idræt og Sundhed m. specialisering i konkurrence og eliteidræt –
Syddansk Universitet

Vejleder: Morten B. Randers

Antal anslag: 14.559

Indholdsfortegnelse

Indledning	2
Deceleration som ekstern og mekanisk belastning.....	2
Ungdomselitefodbold som særlig kontekst	3
Metodiske overvejelser ved GPS-baserede decelerationsdata	5
Fra resultater til praksis: Kamp, træning og anvendelighed	6
Litteraturliste:	8

Indledning

Denne manchete fungerer som en uddybende faglig rammesætning for artiklen og har til formål at udfolde centrale teoretiske, metodiske og praksisrelaterede overvejelser, som ikke kan behandles i samme omfang inden for artikelformatet. Artiklen undersøger decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold med fokus på variation på tværs af spillerpositioner, årgange, intensitetszoner samt forskelle mellem kamp og træning. Manchetten skal derfor læses som et supplement til artiklen, hvor der særligt fokuseres på den teoretiske begrundelse for at undersøge decelerationer, de metodiske problemstillinger ved GPS-baserede belastningsdata og den praktiske anvendelse af resultaterne i et ungdomselitemiljø.

Deceleration som ekstern og mekanisk belastning

I fodbold anvendes belastningsmonitorering ofte til at beskrive og forstå de fysiske krav, som spillere udsættes for i kamp og træning (Teixeira et al., 2021). Belastning kan overordnet opdeles i intern og ekstern belastning. Den interne belastning beskriver spillernes fysiologiske og perceptuelle respons på en given aktivitet, eksempelvis puls, laktatkoncentration, oplevet anstrengelse eller træthed. Den eksterne belastning beskriver derimod det fysiske arbejde, spilleren udfører, uafhængigt af den individuelle fysiologiske respons (Teixeira et al., 2021). Dette kan eksempelvis være samlet distance, distance i forskellige hastighedszoner, antal accelerationer og andre bevægelsesrelaterede mål. Dette studie tager udgangspunkt i den eksterne belastning og fokuserer specifikt på decelerationer som et mål for de mekaniske krav, spillerne eksponeres for.

Traditionelt har analyser af fysisk belastning i fodbold i høj grad været baseret på distance- og hastighedsrelaterede mål såsom total distance og distance i forskellige hastighedszoner (Dalen et al., 2016; Teixeira et al., 2021; Vigh-Larsen et al., 2018). Disse mål har bidraget væsentligt til forståelsen af fodboldens fysiske krav, men de giver ikke nødvendigvis et fuldstændigt billede af den belastning, spilleren udsættes for. Fodbold består ikke alene af kontinuerligt løb ved forskellige hastigheder, men også af hyppige temposkift, retningsskift, opbremsninger, presaktioner og duelrelaterede bevægelser. Mange af disse aktioner kan medføre betydelig mekanisk belastning, selvom de ikke nødvendigvis resulterer i høj løbehastighed eller stor tilbagelagt distance. Derfor kan et ensidigt fokus på distance og hastighed risikere at undervurdere belastningen fra korte og eksplosive bevægelser (Dalen et al., 2016; Vigh-Larsen et al., 2018).

Decelerationer adskiller sig fra accelerationer ved, at spilleren aktivt reducerer sin hastighed og absorberer den kinetiske energi, der er opbygget under bevægelse. Hvor accelerationer primært forbindes med fremdrift og kraftudvikling, indebærer decelerationer en opbremsning af kroppen, hvor især underekstremiteterne skal absorbere store kræfter. Denne proces stiller betydelige krav til excentrisk muskelarbejde, neuromuskulær kontrol og evnen til at stabilisere kroppen under bevægelse. Decelerationer kan derfor betragtes som en særlig belastende form for bevægelse, fordi de både indgår hyppigt i fodboldens bevægelsesmønster og samtidig kan medføre høj mekanisk belastning pr. aktion (Harper et al., 2025; Silva et al., 2023).

I en kampkontekst opstår decelerationer ofte i situationer, hvor spilleren skal reagere på ændringer i spillets dynamik, eksempelvis ved pres, omstillinger, retningsskift eller positionsjusteringer. Decelerationer er dermed ikke kun et fysisk fænomen, men også tæt knyttet til spillets taktiske og perceptuelle krav. Dermed afspejler decelerationsbelastning både mekaniske krav og dele af spillets kompleksitet (Dalen et al., 2016; Vigh-Larsen et al., 2018).

Decelerationsdata kan dermed bidrage til at identificere, hvilke spillere, positioner og aldersgrupper der eksponeres for store opbremsningskrav. Samtidig er det vigtigt at understrege, at decelerationer, som ekstern belastningsvariabel ikke i sig selv, beskriver spillerens individuelle fysiologiske respons (Teixeira et al., 2021). En høj decelerationsfrekvens viser, at spilleren har været eksponeret for mange opbremsninger, men ikke nødvendigvis hvordan spilleren oplevede eller responderede på denne belastning.

Ungdomselitefodbold som særlig kontekst

Ungdomselitefodbold adskiller sig fra seniorfodbold ved, at spillerne befinder sig i en periode med betydelig fysisk, biologisk og psykosocial udvikling, hvilket kan påvirke deres fysiske kapacitet og belastningsprofil (Malamud et al., 2025; Morgans et al., 2023; Vigh-Larsen et al., 2018). Hvor seniorfodbold i højere grad kan betragtes som en kontekst, hvor spillerne har opnået en relativ stabil fysisk modenhed, er ungdomsfodbold karakteriseret ved store individuelle forskelle i vækst, modning og fysisk kapacitet. Det betyder, at spillere inden for samme årgang eller hold, kan have meget forskellige forudsætninger for at accelerere, decelerere, absorbere kraft og håndtere gentagne mekaniske belastninger.

I denne sammenhæng er det vigtigt at skelne mellem kronologisk alder og biologisk modenhed. Kronologisk alder henviser til spillerens alder målt i år, mens biologisk modenhed beskriver, hvor langt spilleren er i sin fysiske udvikling (Malina et al., 2015). To spillere på samme kronologiske alder kan derfor befinde sig på forskellige stadier af pubertet, vækst og muskulær udvikling. Dette kan have betydning for maksimal hastighed, styrke, koordination, bevægelseeffektivitet og evnen til at håndtere højintense opbremsninger (Malina et al., 2015). Når decelerationsbelastning analyseres på tværs af U15, U17 og U19, er det derfor vigtigt ikke at tolke forskelle mellem årgange som et direkte udtryk for alder alene.

Årgange i talentudviklingsmiljøer er desuden ofte organisatoriske kategorier snarere end præcise biologiske grupper. I dette studie består U15 af én årgang, mens U17 og U19 omfatter to årgange. Dette betyder, at der inden for U17 og U19 potentielt er større intern variation i alder, modenhed og fysisk udvikling end inden for U15, hvilket kan vanskeliggøre direkte sammenligning mellem årgangene. Samtidig kan spillere i et talentmiljø løbende rykke mellem hold, træne med ældre årgange eller spille kampe på tværs af årgange.

Decelerationsbelastning i ungdomsfodbold må derfor forstås som et resultat af flere samtidige faktorer. Fysisk kapacitet spiller naturligvis en stor rolle, men belastningen påvirkes også af taktisk organisering, spillestil, position, trænerens prioriteringer og den enkelte spillers rolle på holdet (Malamud et al., 2025; Silva et al., 2023; Vigh-Larsen et al., 2018). En ældre spiller vil ikke nødvendigvis udføre flere decelerationer end en yngre spiller, hvis kampen, positionen eller holdets spillestil ikke fremkalder disse aktioner. Omvendt kan yngre spillere eksponeres for høj belastning, hvis deres position eller kampsituation indebærer mange retningsskift, presaktioner og omstillinger.

På den baggrund bør årgangsforskellene i decelerationsbelastning fortolkes med forsigtighed. Forskelle mellem U15, U17 og U19 kan ikke alene forklares som en lineær udvikling, hvor belastningen nødvendigvis stiger med alderen. I stedet bør de forstås som udtryk for et samspil mellem modning, træningshistorik, spilletid, position, taktisk rolle og kamp- eller træningskontekst.

Metodiske overvejelser ved GPS-baserede decelerationsdata

Når decelerationsbelastning undersøges med GPS-data, er det afgørende ikke kun at forholde sig til, hvad data viser, men også hvordan data er blevet til. Decelerationer er korte og komplekse bevægelseshændelser, som registreres ud fra hurtige ændringer i hastighed. Små forskelle i filtrering, softwarealgoritmer, minimumsvarighed og tærskelværdier kan derfor få betydning for, om en bevægelse registreres som en deceleration. GPS-data bør derfor forstås som systemafhængige målinger snarere end som direkte repræsentationer af alle biomekaniske opbremsninger på banen (Silva et al., 2023).

En vigtig metodisk pointe er derfor, at tærskelværdier ikke blot er tekniske detaljer, men analytiske valg, som former undersøgelsens resultater. Når decelerationer opdeles i intensitetszoner, skabes der en praktisk og overskuelig måde at beskrive belastningen på, men samtidig reduceres en kontinuerlig bevægelsesvariabel til kategorier. Denne kategorisering kan være nødvendig for at gøre data anvendelige i både forskning og praksis, men den indebærer også et informationstab. En deceleration lige under en tærskelværdi kan i praksis være næsten identisk med en deceleration lige over tærsklen, selvom de placeres i forskellige kategorier. Derfor bør forskelle mellem medium- og højintense decelerationer fortolkes med blik for, at zonerne er analytiske konstruktioner og ikke naturligt adskilte belastningstyper.

Silva et al. (2023) fremhæver i deres systematiske review, at studier af accelerations- og decelerationskrav i fodbold anvender forskellige GPS-systemer, målemetoder og intensitetstærskler, hvilket vanskeliggør direkte sammenligning af resultater på tværs af studier. Tilsvarende viser Teixeira et al. (2021), at den eksisterende litteratur er præget af stor variation i eksterne belastningsmål, herunder accelerationer og decelerationer, hvilket bidrager til metodisk heterogenitet i feltet. Det betyder, at dette studie primært bør forstås som en intern og kontekstspecifik analyse af decelerationsbelastning i én klubkontekst frem for et studie, der direkte kan overføres til alle ungdomselitemiljøer.

Et andet centralt forhold er forskellen mellem decelerationsbelastning og decelerationskapacitet. GPS-data fra kamp og træning beskriver, hvilke decelerationer spillerne faktisk eksponeres for, men siger ikke nødvendigvis noget om, hvor gode spillerne er til at bremse, eller hvordan de teknisk udfører opbremsningen. Harper et al. (2025) fremhæver, at vurdering af decelerationspræstation

kræver opmærksomhed på blandt andet bremseafstand, bremsetid, indgangshastighed og måleteknologi. I denne sammenhæng undersøger dette studie altså ikke spillernes decelerationsevne, men deres eksponering for decelerationshændelser i kamp og træning.

Selvom relativisering til spilletid gør observationer mere sammenlignelige, har valget betydning for, hvilken type belastning resultaterne beskriver. Decelerationer pr. minut afspejler primært belastningens frekvens eller tæthed og ikke den samlede mængde decelerationer, som spilleren akkumulerer over en kamp, eller en træningssession, hvilket også er en vigtig overvejelse i studier, hvor belastningsmål udtrykkes relativt til tid (Malamud et al., 2025). En høj decelerationsfrekvens i en kort aktivitet er derfor ikke nødvendigvis det samme som en høj akkumuleret belastning. I praksis bør resultaterne derfor forstås som et mål for, hvor hyppigt decelerationshændelser forekommer i den tid, spillerne er aktive, mens vurderinger af samlet belastning også bør inddrage varighed, total volumen og belastningens placering i træningsugen.

Fra resultater til praksis: Kamp, træning og anvendelighed

Et centralt spørgsmål i anvendelsen af decelerationsdata er, hvordan resultaterne kan omsættes til praktisk viden uden at blive overfortolket. Sammenligningen mellem kamp og træning er i den forbindelse relevant, fordi kamp ofte repræsenterer den kontekst, spillerne skal forberedes til. Hvis bestemte positioner eller årgange eksponeres for højere decelerationsbelastning i kamp end træning, kan det give anledning til at overveje, om træningen i tilstrækkelig grad forbereder spillerne på kampen. Dette betyder dog ikke, at træning altid bør efterligne kampens belastning direkte. Træning har også til formål at udvikle tekniske, taktiske og fysiske kvaliteter, styre den samlede belastning og sikre tilstrækkelig restitution.

Forskelle mellem kamp og træning bør derfor forstås i relation til træningens formål, indhold og placering i ugen. En lavere decelerationsbelastning i træning kan være et tegn på manglende eksponering, men kan også afspejle en bevidst periodisering. Silva et al. (2023) viser, at accelerations- og decelerationskrav i træning varierer afhængigt af blandt andet øvelsestype, antal spillere, banestørrelse og træningsuge. Morgans et al. (2023) fandt desuden variation i accelerationer og decelerationer på tværs af match-day-strukturen. Det understøtter, at træningsdata ikke bør vurderes som én samlet størrelse, men i relation til den konkrete træningskontekst.

Dette gør øvelsesdesign centralt i den praktiske anvendelse af resultaterne. Hvis målet er at øge spillernes eksponering for højintense decelerationer, kan det ikke nødvendigvis opnås gennem mere træningstid alene, men gennem øvelser, der fremkalder hyppige opbremsninger, retningsskift og reaktioner på modstandere. Særligt småspil, ændringer i banestørrelse, antal spillere og regler kan påvirke accelerations- og decelerationskravene i træning (Silva et al., 2023). På den måde kan decelerationsdata bruges til at kvalificere, hvilke træningsformer der bedst understøtter de krav, spillerne møder i kamp.

Positionsforskelle kan ligeledes bruges som et praktisk pejlemærke, men ikke som faste normer. Hvis brede og offensive positioner eksponeres for flere decelerationer, kan det afspejle de taktiske krav, der knytter sig til deres rolle i spillet. Vigh-Larsen et al. (2018) fandt eksempelvis, at centrale forsvarsspillere generelt udførte færre accelerationer og decelerationer end brede spillere. I praksis kan dette tale for en mere positionsspecifik tilgang til fysisk træning og øvelsesdesign. Samtidig bør sådanne forskelle fortolkes med blik for, at positionsgrupper kan skjule variation mellem spillere, rollefordelinger og taktiske opgaver.

Studiets resultater kan derfor især anvendes som beslutningsstøtte i den daglige belastningsstyring. Decelerationsdata kan hjælpe med at identificere, hvilke spillere og grupper, der eksponeres for mange opbremsninger, og hvor der kan være behov for mere målrettet eller gradvis eksponering. Det kan være relevant i planlægning af øvelser, fysisk træning og return-to-play-forløb, hvor højintense decelerationer bør introduceres på en måde, der både forbereder spilleren og tager højde for den samlede belastning.

Anvendeligheden ligger derfor ikke i at bruge decelerationsdata som et facit, men som et redskab til at kvalificere spørgsmål om træningens indhold, progression og specificitet. I praksis bør data kombineres med trænerens observationer og viden om spillernes rolle, træningshistorik, fysiske kapacitet og aktuelle belastningsgrad.

Litteraturliste:

Dalen, T., Ingebrigtsen, J., Ettema, G., Hjelde, G. H., & Wisløff, U. (2016). Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 351–359.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001063>

Harper, D. J., Philipp, N. M., Eriksrud, O., Jones, P. A., Graham-Smith, P., & Dos'Santos, T. (2025). Assessing deceleration performance: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02339-7>

Malamud, O., Murad, R., García Fernández, Á., Clubb, J., & Beato, M. (2025). Seasonal analysis of training and match running demands in U15–U16 elite Spanish football players. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1177/17479541251362987>

Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho-e-Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). *Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications*. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852–859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>

Morgans, R., Rhodes, D., Teixeira, J. E., Modric, T., Versic, S., & Oliveira, R. (2023). Quantification of training load across two competitive seasons in elite senior and youth male soccer players from an English Premiership club. *Biology of Sport*, 40(4), 1197–1205.

<https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.126667>

Silva, H., Nakamura, F. Y., Beato, M., & Marcelino, R. (2023). *Acceleration and deceleration demands during training sessions in football: A systematic review*. *Science and Medicine in Football*, 7(3), 198–213. <https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2090600>

Teixeira, J. E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Monteiro, A. M. (2021). Monitoring accumulated training and match load in football: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3906.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>

Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 1114–1122. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001918>

Deklaration til indberetning af brugen af generativ AI i eksamensopgaver

Navn eller eksamensnummer (tjek Digital eksamen for, hvilken du skal bruge):	Benyamin Neman (4134930)
Fag:	Speciale
Opgavetitel:	Decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold: En analyse af forskelle mellem spillerpositioner, årgange samt kamp og træning

☐ Jeg har ikke benyttet generativ kunstig intelligens til udfærdigelse af denne eksamensopgave (sæt kryds)

☒ Jeg har benyttet generativ kunstig intelligens til udfærdigelse af denne eksamensopgave (sæt kryds)
Beskriv hvilke GAI-værktøjer, du har benyttet (husk version):

ChatGPT: GPT-5.5 (Auto) , GPT-5.4 (Auto)

Jeg har brugt GAI på følgende vis:

Nogle mulige anvendelsesområder er angivet som inspiration – slet eller tilføj efter behov. For hvert relevant område forklares, hvordan GAI er benyttet. Beskriv f.eks. kortfattet hvordan informationen blev genereret, samt forklar hvordan outputtet er anvendt i din eksamensopgave.

- Til at søge eller strukturere information
- Til programmeringsopgaver
- Til dataanalyse
- Til fremstilling af figurer
 - Til at formatere tekst/formler i din opgave
 - Til at få feedback/forbedringer/korrektur på tekst og formulering
 - Til at generere tekst anvendt direkte i opgaven
- Andet:

Der er anvendt ChatGPT (OpenAI) i forbindelse med udarbejdelsen af specialet. GAI blev anvendt som supplement til manuel litteratursøgning, hvor input bestod af emnespecifikke spørgsmål relateret til decelerationsbelastning i ungdomselitefodbold samt forslag til relevante søgeord og litteratur. Derudover blev GAI anvendt til sparring omkring udarbejdelse af Stata-kode og figurer, hvor input bestod af beskrivelser af datastruktur, variabler og ønskede analyser. De genererede forslag blev efterfølgende afprøvet og vurderet kritisk i Stata, og eventuelle fejl eller uhensigtsmæssigheder blev korigeret løbende. Endelig blev GAI anvendt til korrektur, sproglig feedback, og forslag til forbedringer af tekst, som jeg selv havde udarbejdet. Input bestod af egne tekstafsnit, resultater, og udkast til diskussion. Output blev anvendt som inspiration til sproglige og strukturelle forbedringer, men alle endelige formuleringer, analyser, fortolkninger og konklusioner er vurderet og godkendt af mig.