



Diferencinis mokymas sporto žaidimuose: sisteminė tyrimų apžvalga

Grėta Burkaitė, Rūtenis Paulauskas

Vytauto Didžiojo universitetas, Švietimo akademija, Edukologijos tyrimų institutas, K. Donelaičio g. 52, LT-44243, Kaunas, Lietuva, greta.burkaite@vdu.lt

Vytauto Didžiojo universitetas, Švietimo akademija, Edukologijos tyrimų institutas, K. Donelaičio g. 52, LT-44243, Kaunas, Lietuva, rutenis.paulauskas@vdu.lt

Anotacija. Straipsnyje pristatomas diferencinio mokymo metodas bei pagrindžiamas jo pritaikymas sportiniame ugdyme. Sistemiskai apibendrinti mokslinių tyrimų rezultatai yra susiję su diferencinio mokymo intervencijomis sporto žaidimuose. Kitiškai įvertintas diferencinio mokymo poveikis fiziniams, techniniams, taktiniams bei kognityviniams gebėjimams. Išvados patvirtina, kad diferencinis mokymas yra naudojamas įvairiose amžiaus grupėse, skirtinguose sporto žaidimuose, siekiant pagerinti kompleksinius judėjimo įgūdžius.

Esminiai žodžiai: *fiziniai ir techniniai gebėjimai, kintamumas, aplinkos ribojimai, sporto pratybos.*

Įvadas

Sporto žaidimai pasižymi dinamiškumu, spontaniškumu ir netiesiškumu (Araújo, Davids ir Hristovski, 2006), o jų mokyme yra pabrėžiama tiek tikslingų judesių kartojimo svarba, tiek ir prisitaikymas prie esamo veiklos konteksto (Zuckerman et al., 2021). Viena iš klasikinio ugdymo paradigms teigia, kad mokytojo vaidmuo yra svarbiausias mokymo strategijoms parengti ir užduotims įgyvendinti, o didžiausias šio vyksmo akcentas yra informacijos pateikimas, padedantis mokiniams įgyti kuo daugiau žinių apie judėjimo vyksmą (Mascolo, 2013). Tradiciškai mokymosi sėkmė yra laikomas

žinių įgijimo ir jų atgaminimo lygis, todėl dažniausiai dėmesys yra skiriamas ugdymo turiniui ir patiems mokytojams (Araújo, Davids ir Renshaw, 2020). Vis dėlto koks yra paties mokinio vaidmuo surandant, apdorojant judėjimo informaciją ir į ją atsakant veiksmais, yra žinoma ribotai. Dėl nusistovėjusios pratybų rutinos, duomenų stokos ir mažo ištirimo mokymo pratybose gali vyrauti metodai, kur mokinyš yra pasyvus proceso dalyvis, klausantis mokytojo paaiškinimų ir nurodymų. Mokslinė literatūra gali atrodyti kaip fragmentuota ir neturinti apibendrinto ir žaidimų sporto šakoms pritaikyto mokymo metodikų pagrindimo. Todėl viena pastarojo meto sportinio ugdymo problemų yra efektyvių metodikų paieška, kai ugdymo turiniu siekiama apsaugoti sportuojančiuosius nuo traumų bei nepalankios adaptacijos prie fizinių ir psichinių krūvių (Soligard et al., 2017). Nuolat ieškoma, kas praturtintų mokymosi galimybes ir leistų tyrinėti pačią veiklą bei padėtų išvengti pratybų nuobodumo (Chow et al., 2006). Vis dažniau yra pažymima, kad kiekvienas jaunas sportuojantis žmogus gali pasiekti unikalių mokėjimų, atskleisti stipriąsias savo savybes, individualiai įgyvendinti užduotis, realizuoti savo poreikius (Zuckerman et al., 2021).

Tradiciniais žaidimų mokymo metodais yra laikomi kartojimų ir kombinuotųjų pratimų kompleksų metodai (Gentile, 1972). Juose yra maksimaliai sumažintas veiksmų variabilumas ir detaliai apibrėžta veiklų atlikimo seka. Pratimai yra grindžiami tuo, kad mokėjimas atsiranda dėl dažno veiksmo kartojimo, o nukrypimai nuo normos yra laikomi klaidomis (Gentile, 1972). Priešingai šiems teiginiams, sporto didaktikoje yra naudojamas ir praktinio varijavimo metodas, kuris nukreiptas į kintančių veiklų išmokimą esant stabilioms mokymo kliūtims (Schmidt ir Wrisberg, 2004). Taip pat ir struktūrinis bei kontekstinių trukdžių metodai, kurie siejami su aplinkos kintamumu bei žmogaus veiksmų prisitaikymu (Renshaw, Chow, Davids ir Hammond, 2010). Schöllhorn, Mayer-Kress, Newell ir Michelbrink (2009) šiuos aplinkos ir žmogaus veiklos kintamumu paremtus metodus sujungė į vieną ir pagrindė kaip diferencinio mokymo (DM) metodą (angl. *differential learning*). DM – tai koncepcija, padedanti mokiniams rasti individualius užduoties atlikimo būdus, leidžiančius įveikti sukeltus fizinius ar psichinius trikdžius atliekant veiklą (Schöllhorn, 2000). DM siekiama suteikti pagrindinį vaidmenį besimokančiajam, kuris gali rasti sprendimą pateiktai užduočiai atlikti (Schöllhorn et al., 2006). Skirtingai nuo tradicinių mokymo strategijų, DM judesių atlikimo variacijos ir svyravimai yra atliekami tam, kad būtų atrasti judesiai ir jie būtų išmokti (Schöllhorn et al., 2009). Nuolatinis susidūrimas su naujais judėjimo iššūkiais, taikomais DM sporto pratybose, lemia lanksčius ir prisitaikančius veiksmų atlikimo variantus (Henz, John, Merz ir Schöllhorn, 2018; Henz ir Schöllhorn, 2016).

Tyrinėjant sporto veiklų kintamumą ir jų pritaikymą, ekodinamanė teorija yra laikoma viena iš pagrindinių prieigų (Vilar, Araújo, Davids ir Button, 2012; Araujo et al., 2020), kuri kildinama iš ekologijos teorijos, dinaminių sistemų ir atsparumo teorijų, susijusių su žmogaus adaptacija prie laiko ir aplinkos trikdžių (Fitzhugh, Butler, Bovy ir Etnier, 2019). Ugdytinio elgesys sporte, remiantis ekodinamine teorija,

atliekant veiksmą (užduotį) yra suprantamas kaip sportininko kognityvinių ir fizinių funkcijų bendra sistema (Araujo et al., 2020), o veiksmų atlikimo svyravimai vyksta dėl perėjimo iš vienos veikimo aplinkos į kitą. Pastebėtina, kad sportininko veiksmų atlikimo sekos yra nulemtos aplinkos nestabilumo (Vilar et al., 2012), todėl ypač svarbios tampa sportavimo veiklos sąlygos. Jos suprantamos kaip sportininkų, užduoties ir aplinkos sąveika, kuri pasireiškia vienu metu ir vertinama kaip žaidėjų elgesio pasekmės procesas (Araujo et al., 2020). DM veikloje kaip tik yra siekiama panaudoti žmogaus judesių atlikimo potencialą, toleruojant veiklos netvirtumą ir ieškant geriausio sprendimo būdo, kartu ir stabilesnio bei efektyvesnio veiksmo (Martinez-Bello ir Estevan, 2021; Wagner ir Müller, 2008).

Pastaruoju metu daugėja tyrimų, kurie rodo, jog papildomas judesių ir atliekamų veiksmų kintamumas gali būti naudingas (Coutinho, Ramos, Fonseca, Davids ir Mesquita, 2021; Coutinho et al., 2018a; Santos et al., 2018). DM metu, manipuliuojant veiklų skirtumais, užduočių sąlygomis, palengvinant arba pasunkinant norimų judesių veiksmų bei pratimų atlikimą ir sprendimų priėmimą, suteikiamas prioritetasis pačiam ugdytiniui „atsakymams ieškoti“ (Schöllhorn et al., 2006). Atitinkamai DM metodas rekomenduoja didinti judesių varijavimo diapazoną pratybių metu, kad padidėtų tikimybė pritaikyti esamai veiklos situacijai tinkamus veiksmus (Schöllhorn, 2000; Gaspar et al., 2019; Frank, Michelbrink, Beckmann ir Schöllhorn, 2008). Keičiant žaidimo įrankius, atlikimo sąlygas, aplinką, kūno padėtį sukeliamas žymiai intensyvesnis kognityvinis aktyvumas, niekada nepakartojant to paties veiksmo kelis kartus (Arede et al., 2022b; Schöllhorn, Beckmann ir Davids, 2010). DM laikomas nelinejiniu mokymo(si) metodu, nes nuolatinis įvairių pratimų taikymas išplečia galimų sprendimų visumą ir labiau pritaikomas dinamiškesnės sporto aplinkos sąlygomis (Gaspar et al., 2019; Frank et al., 2008; Schöllhorn et al., 2006).

Ankstesni tyrimai atskleidė, kad DM taikymas padeda efektyviai spręsti fizinių ir techninių gebėjimų lavinimą žaidimų sporte. Jis gali išplėsti metodines galimybes tiek šiuolaikiniame, tiek formaliajame, tiek ir neformaliajame sportiniame ugdyme. Per pastaruosius du dešimtmečius buvo paskelbta kelios dešimtys tyrimų, susijusių su DM taikymu individualiose, komandinėse sporto šakose bei reabilitacijoje, tačiau mokslinės tyrimų sintezės, nagrinėjančios DM efektyvumą žaidimų sporte, kai siekiama pagerinti fizinius, techninius ir kognityvinius gebėjimus, nėra atlikta. Todėl iškyla mokslinio pagrindimo reikalaujanti problema – kokiems žaidimams ir sportininkams bei kokia apimtimi yra juntamas ugdomasis poveikis taikant DM. Žaidimų sporto šakų išskirtinis bruožas yra judesių optimalumas, sąveika su partneriais, technikos ir taktikos integralumas, aukštas informacinio triukšmo lygis bei veiksmų kintamumas (Arede, Fernandes, Schöllhorn ir Leite, 2022a). Todėl šio tyrimo *tikslas* yra sistemškai apibendrinti mokslinių tyrimų rezultatus, kurie susiję su DM intervencijomis sporto žaidimuose, bei kritiškai įvertinti, kaip ir kokios jo programos veikia sportininkus ir jų gebėjimus.

Tyrimo metodologija

Literatūros šaltinių atranka

Mokslinių publikacijų paieška buvo atlikta elektroninėse duomenų bazėse: Google Scholar, Web of Science ir Research Gate. Pasirinktas paieškos laikotarpis apėmė 2000–2024 metus, t. y. nuo tada, kai pasirodė pirmasis mokslinis straipsnis apie DM metodą (Schöllhorn, 2000), iki tol, kol šis tyrimas buvo atliktas – 2024 metų vasario mėnesį. Paieškos strategiją sudarė pagrindinis kintamasis – diferencinis mokymas (angl. *differential learning*), nelinijinė pedagogika (angl. *non-linear pedagogy*), ribojimais grįstas mokymas (angl. *constraint led approach*). Paieškos rezultatai leido atrinkti originalius recenzuotus mokslinius straipsnius, kurie yra publikuoti anglų kalba, konferencijų pranešimai ar kitų tipų publikacijos nebuvo įtrauktos į analizuojamą tyrimų imtį (1 lentelė).

1 lentelė

Paieškos strategija atitinkamiems moksliniams straipsniams surasti

Kintamasis	Paieškos terminai
Diferencinis mokymas	Diferencinis mokymas; Nelinijinė pedagogika; Suvaržymais grįstas mokymas; Ekodinaminė teorija.
Sporto šakos	Individualūs ir komandiniai sporto žaidimai
Veiklos	Pratybos, varžybos, treniruotės
Pratimai	Žaidimų, sportiniai, judėjimo

Duomenų atrankos kriterijai

Šio tyrimo duomenų atrankos kriterijai yra susiję su tiriama žaidimų sporto šakų populiacija, taikytomis intervencijomis, atliktais palyginimais, gautais rezultatais bei pasirinktu tyrimo dizainu (trump. PICOS, angl. *Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study*) (Amir-Behghadami ir Janati, 2020), vadovaujantis rekomendacijomis ir kitose sisteminėse apžvalgose naudotomis paieškos strategijomis. Atrankos metu į apžvalgą buvo įtrauktos publikacijos, kuriose buvo tiriamos įvairios žaidimų sporto šakos bei jose taikomas DM. Straipsnių atranka vykdyta pagal PRISMA (angl. *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher et al., 2015; Shamseer et al., 2015) gaires. Tai leido apsibrėžti pasirinktų rodiklių analizės kryptį, laikytis duomenų patikimumo ir informatyvumo. Analizuojant skirtingus tyrimų rezultatus, susijusius su skirtingomis žaidimų sporto šakomis, buvo atsižvelgta ir į pagrindinio kintamojo poveikį sportininkų fizinei veiklai.

Atliktų tyrimo duomenų kokybė buvo vertinta naudojant modifikuotą (Downs ir Black, 1998) kontrolinio patikrinimo protokolą, kuris skirtas atsitiktinių ir neatsitiktinių atrankų imčių metodinėms charakteristikoms pagrįsti. Kontrolinio patikrinimo skalė buvo patvirtinta kaip validi ir anksčiau naudota sisteminėse apžvalgose, siekiant įvertinti taikytų metodologijų kokybę (Fox, Bonacci, McLean, Spittle ir Saunders, 2014). Metodologinės kokybės vertinimo metu kiekvieną straipsnį atskirai vertino du autoriai (Grėta Burkaitė ir Rūtenis Paulauskas) ir pateikė suminį kokybės balą apie kiekvieną tyrimą, atsakę į 13 klausimų (Downs ir Black, 1998).

Paieškos ir atrankos procedūra

Ieškant reikiamų literatūros šaltinių, buvo naudojami raktiniai žodžiai – diferencinis mokymas, (angl. *differential learning*), nelinijinė pedagogika (angl. *non-linear pedagogy*), suvaržymais grįstas mokymas (angl. *constraint led approach*), ekodinaminė teorija (angl. *eco-dynamic theory*) (1 lentelė). Straipsnių įtraukimo kriterijai: (1) tyrimai turėjo būti valdomi eksperimentai, lyginant DM su kitais mokymo metodais; (2) tyrimo grupėse leista naudoti bendras intervencijas (pvz., fizinio techninio, taktinio lavinimo ir kt.), siekiant užtikrinti funkcionalumą ir veiksmų tikslumą realiose mokymo aplinkose; (3) tyrimai turėjo apibūdinti poveikį individualių, komandinių arba rekreacinių žaidimų veiklos rezultatams tuomet, kai atliekamos judėjimo užduotys; (4) tyrimo ataskaita turėjo būti paskelbta kaip pilna publikacija mokslo žurnale arba monografijoje, kad būtų galima atlikti patikimą šališkumo rizikos vertinimą.

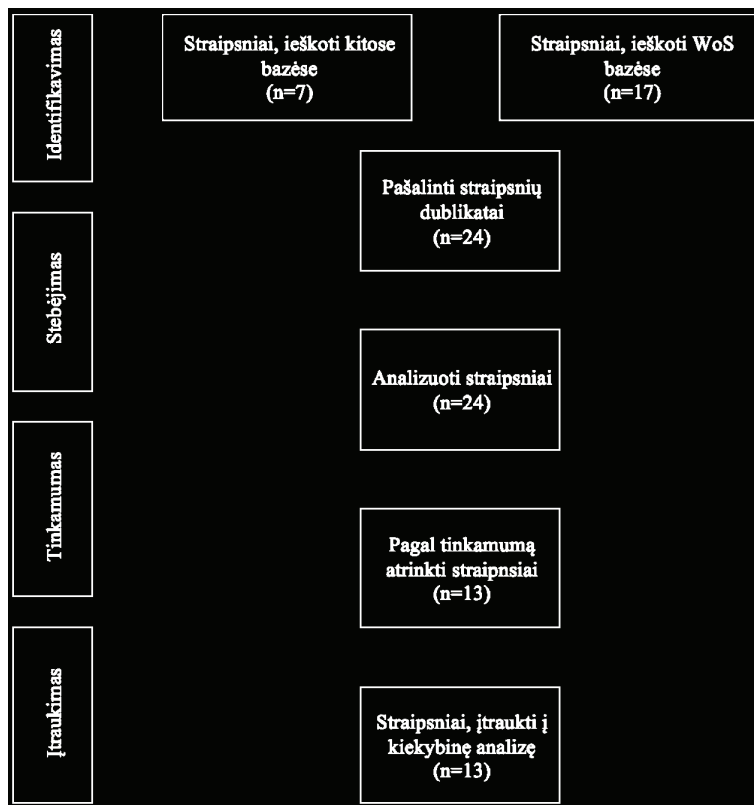
Straipsnių atmetimo kriterijai: (1) kai trūko kontrolinės grupės; (2) kai nebuvo aiškiai apibrėžtas lavinamas gebėjimas ir kai neaiškiai įvardintas pagerėjimas ar pablogėjimas. Taip pat kai nebuvo nurodyti konkretūs tirtos populiacijos bruožai; (3) kai imtis sudarė ciklinių, individualių (ne žaidimų) sporto šakų atstovai bei asmenys, atliekantys reabilitaciją dėl judėjimo sutrikimų.

Iš visų surinktų 24 šaltinių patikrinta, ar nėra dublikatų, buvo analizuojami pavadinimai ir santraukos, o vėliau ir pilni tekstai. Buvo pasirinkta ir išskirta informacija apie autorius, publikavimo metus, tyrimo eiga, dalyvių aprašymas (dalyvių skaičius, amžius, lytis, sporto šaka ir kt.), užduoties ir nepriklausomo kintamojo aprašymas, DM ir kitų grupių mokymo intervencijų aprašymas (kontekstas, trukmė, dažnumas, pratimų ir pakartojimų skaičius bei jų aprašymas).

Elektroninėse duomenų bazėse (Web of Science = 17, Research Gate ir Google Scholar = 7) iš viso buvo rasti 24 straipsniai, kuriuose dublikatų nepasitaikė, visi 24 straipsniai buvo įtraukti į tolimesnę analizę. Atlikus išsamią straipsnių pavadinimų ir santraukų analizę buvo pašalinta 11 straipsnių prieš atliekant pilno teksto atrankos procedūrą, o likusieji 13 straipsnių, atitinkančių sporto žaidimų sąvokas bei kitus atrankos ir vertinimo kriterijus, buvo analizuojami pilno teksto atrankos procedūroje. Išsamesni atrankos rezultatai pateikiami 1 paveiksle.

1 paveikslas

Paieškos ir atrankos schema (angl. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis, trump. PRISMA)



Rezultatai

Tirtų atvejų charakteristikos

Pasirinkti straipsniai buvo analizuojami pagal 6 kintamuosius – dalyvių skaičių, patirtį, lytį, amžių, ūgį ir svorį (2 lentelė). Iš atrinktų straipsnių aštuoniuose atliktuose tyrimuose dalyviai buvo tiriami jaunieji sportininkai, kurių amžius buvo nuo $11,1 \pm 0,5$ iki $16,97 \pm 1,15$ metų. Tarp jų didesnė dalis, t. y. penki tyrimai, kur buvo tiriami vyriškos lyties atstovai, tik viename – tiriamos moteriškos lyties atstovės, ir dviejuose – buvo formuojamos mišrios grupės, kai tiriami tiek vyriškos, tiek moteriškos lyties tiriamieji. Pagal tiriamųjų skaičių mažiausias dalyvių skaičius buvo aštuoni, o didžiausias buvo 40 tiriamųjų. Jaunųjų dalyvių patirtis jų atstovaujamoje sportinėje veikloje svyravo nuo 2 metų iki $7,38 \pm 3,42$ metų. Dalyvių ūgis buvo tarp $149,1 \pm 6,3$ cm ir $179,31 \pm 8,68$ cm, o svoris – tarp $32,9 \pm 13,3$ kg ir $74,13 \pm 15,09$ kg.

Kituose penkiuose straipsniuose buvo tiriami suaugusieji žaidimų sportininkai. Iš jų dviejuose buvo tiriami vyriškos lyties atstovai, viename – moterys ir dviejuose – buvo tiriami mišri grupė. Didžiausią imtį sudarė 76 dalyviai, mažiausią – 12. Jų amžius svyravo nuo $19,0 \pm 2,4$ metų iki $25,3$ metų. Patirtis pasirinktoje sporto šakoje buvo nuo 1 metų iki $20,8 \pm 3,4$ metų. Suaugusiųjų tiriamųjų didžiausias ūgis buvo $176,0 \pm 10,0$ cm, o mažiausias – $169,8 \pm 5,3$ cm. Tiriamųjų svoris svyravo nuo $62,3 \pm 3,9$ kg iki $74,0 \pm 8,0$ kg.

2 lentelė

Tiriamųjų charakteristika pagal tiriamųjų skaičių, patirtį, lytį, amžių, ūgį ir svorį

Autorius, metai	Dalyvių skaičius	Patirtis (metais)	Lytis	Amžius	Ūgis, cm	Svoris, kg
Gaspar et al., 2019	20	2	Vyr.	$13,8 \pm 0,6$	$169,0 \pm 8,4$	$55,1 \pm 11,5$
Arede et al., 2022a	29	$4,8 \pm 0,4$	Vyr.	$16,9 \pm 1,1$	$179,3 \pm 8,7$	$74,1 \pm 15,1$
Santos et al., 2016	76	$8,5 \pm 3,1$	Vyr.	$20,4 \pm 1,9$	-	-
Oftadeh et al., 2021	40	-	Mot.	$16,9 \pm 2,2$	$159,4 \pm 3,7$	$58,6 \pm 4,3$
Valença et al., 2022	29	$7,4 \pm 3,4$	Vyr./Mot.	$16,0 \pm 2,5$	$172,1 \pm 9,9$	$64,6 \pm 9,9$
Arede et al., 2021	16	-	Mot.	$19,0 \pm 2,4$	$169,8 \pm 5,3$	$62,3 \pm 3,9$
Schöllhorn, Davids, 2012	12	$20,8 \pm 3,4$	Vyr.	$24,5 \pm 2,1$	-	-
Pouregbali et al., 2020	8	-	Vyr.	$12,1 \pm 0,4$	$149,1 \pm 6,3$	$42,2 \pm 5,2$
Countinho et al., 2018	30	$\pm 6,7$	Vyr.	$13,9 \pm 0,5$	$167,0 \pm 9,0$	$54,2 \pm 11,1$
				$16,1 \pm 0,7$	$161,2 \pm 5,5$	$50,7 \pm 10,3$
				$14,2 \pm 0,8$	$174,3 \pm 5,8$	$66,9 \pm 5,2$
				$15,8 \pm 0,5$	$170,6 \pm 5,8$	$64,9 \pm 6,8$
Burdack ir Schöllhorn, 2022	26	-	Vyr./Mot.	$13,9 \pm 0,7$	-	-
Henz ir Schöllhorn, 2016	24	1	Vyr./Mot.	25,3	-	-
Santos et al., 2018	40	$4,4 \pm 2,9$	Vyr.	$11,1 \pm 0,5$	$150,5 \pm 7,8$	$43,1 \pm 5,2$
		$7,1 \pm 1,5$		$13,1 \pm 0,3$	$161,3 \pm 8,3$	$54,4 \pm 4,7$
		$5,3 \pm 2,5$		$11,4 \pm 0,5$	$154,0 \pm 6,1$	$32,9 \pm 13,3$
		$6,8 \pm 1,6$		$13,0 \pm 0,8$	$161,4 \pm 7,9$	$57,2 \pm 9,1$
Serrien et al., 2019	32	-	Vyr./Mot.	24 ± 2	176 ± 10	74 ± 8

Veiklos kintamųjų analizė

Į veiklos kintamųjų analizę įtrauktos sporto šakos, iškelti tyrimo tikslai, intervencijos trukmė, veiksnio taikymo intensyvumas, gauti rezultatai, atspindintys DM eksperimentinį poveikį (3 lentelė). Iš visų atrinktų 13 eksperimentinių tyrimų, kuriuose taikomas DM veiksnys, daugiausiai buvo atlikta tyrimų, susijusių su krepšinio mokymu (4) (Arede et al., 2022a; Santos, Mateus, Sampaio ir Leite, 2017; Arede et al., 2021; Poureghbali, Arede, Rehfeld, Schöllhorn ir Leite, 2020) ir futbolo mokymu (4) (Gaspar et al., 2019; Schöllhorn, Hegen ir Davids, 2012; Coutinho et al., 2018b; Santos et al., 2018). Po vieną tyrimą buvo atlikta su golfo (Valença, Coutinho, Schöllhorn, Ribeiro ir Santos, 2022), salės futbolo (Oftadeh, Bahram, Yaali, Ghadiri ir Schöllhorn, 2021), judriaisiais žaidimais (šokinėjimas per virvutę) (Burdack ir Schöllhorn, 2022), badmintonu (Henz ir Schöllhorn, 2016) ir rankinio mokymu (Serrien, Tassignon, Verschueren, Meeusen ir Baeyens, 2019). Pasirinktų tyrimų tikslai buvo įvairūs ir orientuoti į skirtingus ugdymo siekinius. Penkiuose tyrimuose buvo atskleistas DM poveikis fiziniams, techniniams, taktiniams gebėjimams bei kūrybiškumui ir motorikai (Santos, Memmert, Sampaio ir Leite, 2016; Poureghbali et al., 2020; Coutinho et al., 2018b; Santos et al., 2018; Schöllhorn et al., 2012). Trijuose straipsniuose buvo siekiama nustatyti poveikį technikos veiksmams – spyriams ir smūgiams iš skirtingų padėčių (Gaspar et al., 2019; Oftadeh et al., 2021; Valença et al., 2022). Dviejų tyrimų tikslas buvo išsiaiškinti poveikį sprinto bėgimui varžybų metu (Arede et al., 2021; 2022a). Kituose eksperimentuose autoriai siekė palyginti ir įvertinti DM įtaką mokymo rezultatams bei neurofiziologiniams procesams ir palyginti tų pokyčių dydį (Serrien et al., 2019; Burdack ir Schöllhorn, 2022; Henz ir Schöllhorn, 2016).

Keturiuose analizuotuose tyrimuose buvo išskirta, kad trumpiausia pasirinkta DM tyrimo trukmė buvo 4 savaitės (Arede et al., 2021; Schöllhorn et al., 2012; Poureghbali et al., 2020; Burdack ir Schöllhorn, 2022), o ilgiausias tyrimo laikas – visas sezonas, kada buvo atliekamas eksperimentas, t. y. 10 mėnesių (Santos et al., 2016). Dviejuose tyrimuose tyrimo trukmė buvo 10 savaičių (Burdack ir Schöllhorn, 2022; Coutinho et al., 2018b), kituose dviejuose – 12 savaičių (Oftadeh et al., 2021; Valença et al., 2022). Trijuose pavieniauose tyrimuose intervencijos buvo taikomos po 5 (Santos et al., 2018), 8 (Santos et al., 2016), 9 (Arede et al., 2022a) savaites. Likusių dviejų eksperimentų trukmė – viena sesija, kurios trukmė buvo ~20min. (Henz ir Schöllhorn, 2016), taip pat kitas tyrimas buvo taikomas tik vieno užsiėmimo metu – 2,5val. (Serrien et al., 2019).

Taikomo veiksnio intensyvumas taip pat skyrėsi: penkiuose tyrimuose eksperimentai vyko 2 kartus per savaitę (Arede et al., 2021; Oftadeh et al., 2021; Schöllhorn et al., 2012; Poureghbali et al., 2020; Coutinho et al., 2018b). Po 3 kartus per savaitę DM buvo taikomas trijuose tyrimuose (Santos et al., 2016; Arede et al., 2021; Santos et al., 2018). Po vieną kartą intervencijos buvo taikomos 4 kartus per savaitę (Gaspar et al., 2019) ir 1 kartą per savaitę (Burdack ir Schöllhorn, 2022). Likusiuose trijuose analizuotų autorių darbuose eksperimentinių grupių dalyviams buvo taikoma 10 sesijų (Valença et al.,

2022). Vienos sesijos intervencija buvo atliekama viename tyrime (Henz ir Schöllhorn, 2016), taip pat viename autorių tyrime pratybų intensyvumas buvo taikomas tik 2,5 valandos (Serrien et al., 2019).

11-oje atliktų tyrimų buvo gauti rezultatai, jog DM grupės dalyviai parodė reikšmingai pagerėjusius rezultatus po tyrimo, lyginant su tradiciniu mokymu. Pagerėjo šuolio, kamuolio valdymo, sprinto bėgimo, technikos, įvarčių bei taškų pelnyimo ir universalumo bei kūrybiškumo rezultatai (Gaspar et al., 2019; Arede et al., 2021; Santos et al., 2016; Oftadeh et al., 2021; Valença et al., 2022; Arede et al., 2022a; Schöllhorn et al., 2012; Countinho et al., 2018b; Burdack ir Schöllhorn, 2022; Henz ir Schöllhorn, 2016; Santos et al., 2018). Viename tyrime (Pouregbali et al., 2020) jaunųjų krepšininčių rezultatai, taikant DM sumažintame aikštės plote, pablogino bendrai įveiktą atstumą, didžiausią greitį ir vidutinį greitį, tačiau pagerino kamuolio varymų skaičių. Taip pat viename tyrime, kurio trukmė buvo tik 2,5val., iš karto po treniruotės rezultatai buvo pagerėję, tačiau po 1val. poilsio – skirtumai išnyko (Serrien et al., 2019).

3 lentelė

Į kokybinę analizę įtrauktų tyrimų dizainas, išskirtas pagal sporto šaką, tyrimo tikslą, tyrimo trukmę, kintamąjį ir taikomo treniravimosi efektą

Tyrimas	Žaidimas	Tyrimo tikslas	Tyrimo trukmė	Intervencinės charakteristikos	Vertinti kintamieji	Eksperimentinis poveikis
Gaspar et al., 2019	Futbolas	Poveikis futbolo smūgių į vartus atlikimui ir šuoliui	10 mėnesių	6 sesijos po 3 pakartojimus kiekvieną treniruotę	Kamuolio greičio matavimo testas bei jo tikslumo matavimas; kojų jėgos matavimo testas; 36 smūgiai iš skirtingų pozicijų, taikant 18 variacijų;	Pagerėjo šuolio aukštis iš vietos, kamuolio smūgiavimo greitis ir tikslumas smūgiuojant į vartus
Arede et al., 2022a	Krepšinis	Poveikis greițumui	9 savaitės	2 treniruotės per savaitę 2 kartai po 10 pakartojimų, 20 m sprinto bėgimas	Šuolių testai iš vietos ir ant vienos kojos; Vikrumo ir bėgimo testas; DM sprinto testai – 2 serijos po 10 sprinto bėgimų 20 metrų; tarp sprintų 30 s poilsis; prieš kiekvieną bėgimą atliko skirtingas variacijas – rankų pozicijos, kojų judesiai, nekartojant to paties per vieną treniruotę	Pagerėjo sprinto bėgimo greitis

Tyrimas	Žaidimas	Tyrimo tikslas	Tyrimo trukmė	Intervencinės charakteristikos	Vertinti kintamieji	Ekperimentinis poveikis
Santos et al., 2016	Krepšinis	Poveikis judėjimo bei kamuolio technikai ir taktikai	8 savaitės	10 skirtingų judesių bei jų kombinacijų variantų kartojimas po 3 kartus per savaitę	Vikrumo ir techninių įgūdžių testai; taktiniai veiksmai žaidžiant 4x4; pratimai su kamuoliu taikant įvairias variacijas – užmerkus vieną akį, su viena ranka, ranką pakėlus į viršų, sukant ranką ir pan.; žaidimas sumažintame plote	Pagerėjo judesių valdymas, taip pat pagerėjo fizinis raštingumas
Oftadeh et al., 2021	Salės futbolas	Poveikis kamuolio smūgiams į vartus	12 savaičių	2 treniruotės per savaitę po 20 min.	Kamuolio smūgiavimo testas 7-omis skirtingomis situacijomis po 5 pakartojimus; taikant skirtingus apribojimus: kūno padėties, sąnarių fiksacijas, judėjimo greičio, akių, pėdų padėčių bei kamuolio dydžio ir svorio	Pagerėjo kamuolio smūgiavimo į vartus taiklumas
Valença et al., 2022	Golfas	Poveikis tikslumui atliekant smūgius iš skirtingų atstumų	12 savaičių	27 smūgiai per sesiją po 9 smūgius iš kiekvieno atstumo; per 10 užsiėmimų atlikta 270 smūgių.	Kamuoliuko smūgiavimo pratimai; po 9 smūgius iš 20 m, 35 m ir 50 m; smūgiuojant keičiami vidiniai (uždengta akis) ir išoriniai veiksniai (smūgiavimo paviršius, lazda, kamuoliuko tipas), taip pat keičiasi atstumas iki kamuoliuko ir pradinė žaidėjo pozicija	Pagerėjo kamuoliuko smūgių tikslumas iš 35m ir 50m atstumo

Tyrimas	Žaidimas	Tyrimo tikslas	Tyrimo trukmė	Intervencinės charakteristikos	Vertinti kintamieji	Eksperimentinis poveikis
Arede et al., 2021	Krepšinis	Poveikis grei-tumui krepšinio varžybose	4 savaitės	3 treniruotės per savaitę, 2 x 10 pakartojimai po 20 m sprinto bėgimas su 30 sek pertrauka tarp sprinto bėgimų ir 3 min pertrauka tarp bėgimo sesijų	Pasikartojantis sprinto bėgimas su krypties keitimu ir be to; kiekvieno sprinto metu buvo atliekama skirtinga variacija, keičiant kūno dalių padėtį, judesius ir akių padėtį; taip pat vertikalų šuolių testai (su atsispyrimu, nusileidus iš aukščio, ant vienos kojos); krypties keitimo testai	Pagerėjo greitumas bėgant bei šuolis į tolį
Schöllhorn et al., 2012	Futbolas	Poveikis išmoks-tant dviejų futbolo veiksmų technikų	4 savaitės	2 treniruočių (po 2 val per savaitę) metu po 25 min kamuolio smūgiavimas buvo kartojamas 5 kartus; 7x5= 35 bandymai	20 pratimų kiekvienai technikai (kamuolio valdymui ir smūgiavimui); pratimai su nuolatinėmis variacijomis – užmerkta viena akimi, pakelta ranka, skirtingomis kojų padėtimis	Pagerėjo technikos veiksmų atlikimas
Pourehg-bali et al., 2020	Krepšinis	Poveikis fiziniam, techniniam ir taktiniam parengtumu	4 savaitės	8 užsiėmimai; 4 sesijos po 3 min žaidimo	Žaidimas sumažintame plote (1 4m x 15 m); 4 žaidimai po 3 min, 2x4, 2x3, 2x1, 3x4, 4x3, 4x2, 3x2 ir 1 min poilsio tarp sesijų	Pablogėjo iš-tvermė įveikiant bendrą atstumą ir greitėjimas; pagerėjo kamuolio varymas ir išsaugojimo skaičius;
Countin-ho et al., 2018b	Futbolas	Poveikis fiziniams, techniniams, kūrybiniams ir taktiniams sprendimams	10 savaičių	Kiekvienos treniruotės (2 k./sav.) metu po 30 min trukmės įgūdžių lavinimui (kamuolio valdymas, perdavimas, gaudymas); 30 min žaidimas sumažintame plote	Vertikalūs šuoliai, vikrumas, 30 m bėgimas, 6 x 20 m bėgimai; žaidimo veikla registruojant atstumus, nesėkmes bandymus, sklaidumą, universalumą ir originalumą atliekant perdavimus ir smūgius	Pagerinti ir šuolio, ir krypties keitimo rezultatai, kamuolio valdymo technika bei smūgių į vartus taiklumas

Tyrimas	Žaidimas	Tyrimo tikslas	Tyrimo trukmė	Intervencinės charakteristikos	Vertinti kintamieji	Ekspperimentinis poveikis
Burdack ir Schöhlhorn, 2022	Šokinėjimas per šokdynę	Poveikis kognityviniam mąstymui	10 savaitių	Atliko 9 pratimus, po 15 min matematines užduotis, po kurių 3 min praleido šokinėdami per šokdynę	Matematikos uždaviniai po 15 min, šokinėjimas per šokdynę 3 kartus po 3 min., po kiekvieno šokinėjimo taikoma 90 s pertrauka; šokinėjant per šokdynę buvo taikomos variacijos ir apsunkinimai – šokinėjimo ritmas, nusileidimas, pėdų ir kojų padėtis, šuoliukų skaičius ir virvės apsukimas, šokinėjimas bėgant ar einant	Pagerėjo judesių koordinacija ir aritmetinių užduočių sprendimas
Henz ir Schöhlhorn, 2016	Badmintonas	Poveikis kamuolio spyrimo technikai	1 sesija	20 min trukmės, 60 skirtingų badmintono padavimų iš įvairių atstumų ir lauko pusių	Badmintono plunksnėlės padavimai, keičiant vieną, du arba tris parametrus vienu metu; ramybės būsenoje buvo matuojamas smegenų aktyvumas prieš treniruotes ir po jų	Pagerėjo ankstyvasis motorinis mokėjimas
Santos et al., 2018	Futbolas	Poveikis kūrybiniam taktinių veiksmų atlikimui	5 mėnesiai	3 treniruotės per savaitę po 30min.	Žaidimas sumažintame plote, taikant judesių variacijas – kamuolio smūgiavimas vienu metu metant teniso kamuoliuką uždengta viena akimi; kūrybinio elgesio vertinimas, analizuojant perdavimus, kamuolio varymąsi ir smūgiuojant	Pagerėjo kūrybinis jaunesnio amžiaus žaidėjų veiklos elgesys
Serrien et al., 2019	Rankinis ir salės futbolas	Pokyčių vertinimas per vienas pratybas	± 2,5 val. treniruotė	2,5 val. trukmės intervencija; po 30 min sesijos 1 val. pertrauka; 6 sesijos po 30 kartų	Greitumo ir reakcijos greičio testas, vizualinio-motorinio reakcijos laiko matavimas, judesių fiksavimas; atliko 30 serijų po 6 taikinius; reikėjo kuo greičiau paliesti taikinius užsidedus šviesai	Iš karto po DM treniruotės pagerėjo psichomotorinės reakcijos greitis, tačiau po 1 val. poilsio – skirtumų nepastebėta

Diskusija

Šios sisteminės apžvalgos rezultatai rodo, kad DM yra veiksmingas ir plačiai žaidimų sporto šakose pritaikomas metodas, turintis reikšmingą teigiamą poveikį fiziniams, techniniams ir kognityviniams sportininkų gebėjimams ugdyti. Skirtingų autorių atlikti tyrimai parodė, kad, taikant skirtingą DM trukmę, intervencijų pobūdį bei vertinant veiklos kintamuosius, DM poveikis ne tik reikšmingas, bet ir turi ilgalaikį mokymosi rezultatą.

Lavinant fizinius gebėjimus, vos keturių savaičių trukmės DM programos gali turėti pastebimą ugdomąjį poveikį jauniems sportininkams. Pavyzdžiui, Arede et al. (2021) atlikto keturių savaičių tyrimo su jaunaisiais krepšininkais rezultatai parodė, kad DM reikšmingai pagerino trumpo bėgimo greitį ir šuolio į tolį rezultatą. Taikant kartotinio darbo ir greitumo lavinimo pratybas, fizinių gebėjimų pokytis taip pat yra reikšmingas (Ramirez-Campillo et al., 2022), tačiau DM taikymas išsiskiria integralumu, kuris ypač svarbus žaidimų sporte, lavinant fizinius ir techninius gebėjimus vienu metu. Arede et al. (2022a) DM programą išplėtė iki devynių savaičių ir nustatė, kad jaunieji krepšininkai ne tik pagerino šuolio aukštį, bet ir sprinto bėgimo greitį. Per dar ilgesnį – dešimties savaičių – tyrimą su futbolininkais buvo nustatyta, kad 15 metų amžiaus grupėje DM padėjo pagerinti šuolio aukštį ir vikrumą, o 17 metų amžiaus žaidėjai pasiekė vertikalios šuolio rezultatų augimą (Coutinho et al., 2018b). Taikant aštuonių savaičių tradicines, kartojimo įvairių šuolių bei trumpų nuotolių bėgimo lavinimo pratybas, buvo taip pat pasiektas reikšmingas fizinio parengtumo gerėjimas (Slimani et al., 2016), tačiau DM gali pasitarnauti kaip šiuolaikiška treniruočių alternatyva. Įdomu tai, kad Burdack ir Schöllhorn (2022) per dešimties savaičių laikotarpį, tyrinėdami, kaip šokinėjimas per šokdynę po matematikos užduočių veikia mokinių kognityvinius gebėjimus, nustatė, jog tokia fizinė veikla ne tik pagerino koordinaciją, bet ir turėjo teigiamą poveikį uždavinių sprendimams. Per ilgiausią, dešimties mėnesių, DM taikymo laikotarpį futbolininkai pagerino šuolio iš vietos rezultatus, padidino kamuolio spyrimo greitį ir pelnomų įvarčių skaičių Gaspar et al. (2019). Tai rodo, kad kuo ilgesnės DM programos, tuo jos gali duoti dar reikšmingesnius fizinių gebėjimų lavinimo rezultatus.

Atlikti tyrimai patvirtina, kad DM reikšmingai padidina žaidimų sportininkų techninius gebėjimus. Schöllhorn et al. (2012) per keturių savaičių trukmės programą padėjo futbolininkams efektyviai išmokyti ir įtvirtinti dvi naujas kamuolio valdymo technikas. Toks trumpas laikotarpis rodo DM kompleksiskumą: ypač svarbus žaidimų sporte kelių technikos veiksmų mokymas vienu metu, o ne suskaidymas elementais ir mokymas jų atskirais etapais. Coutinho et al. (2018b) nustatė, kad per dešimties savaičių tyrimą 15 metų amžiaus futbolininkai, taikydami DM, pagerino daugumą techninių žaidimo rodiklių, taip pat pavyko pasiekti šių rodiklių suderinamumą. 17 metų amžiaus tiriamųjų grupėje buvo pastebėtas reikšmingas pagerėjimas spiriant

kamuolį į vartus, o tai rodo, jog DM padeda sportininkams tobulinti konkrečią techniką, pritaikyti ją prie individualių savybių. Technikos lavinimo efektyvumą, taikant DM, patvirtina ir dešimties mėnesių Gaspar et al. (2019) tyrimas, kuriame futbolininkai pagerino kamuolio skriejimo greitį, leidusį padidinti įvarčių skaičių. Nors Oftadeh et al. (2021) DM intervencija buvo trumpesnė ir siekė 12 savaičių, ji leido salės futbolo žaidėjams pagerinti kamuolio smūgio taiklumą. Valença et al., (2022) taikė tokios pat trukmės DM tyrimą su golfo žaidėjais ir nustatė, kad kamuoliuko smūgiavimas iš skirtingų atstumų pagerina taiklumą nepriklausomai nuo dalyvių patirties. Tai rodo DM lankstų pritaikomumą, kuris gali būti panaudotas įvairiose žaidimų sporto šakose ir mokymosi lygiuose, siekiant pagerinti judesių techniką.

DM atlieka svarbų vaidmenį ugdant sportininkų kognityvines savybes, priimant sprendimus ir kūrybiškai sprendžiant užduotis. Henz ir Schöllhorn (2016) tik per vieną 20 minučių trukmės DM sesiją su badmintonininkais nustatė, kad dalyviai parodė pagerėjusį motorinio mokymosi įsitvirtinimą ir padidėjusią smegenų aktyvumą. Tai įrodo, kad DM gali skatinti greitesnį ir efektyvesnį naujų mokėjimų formavimąsi. Serrien et al. (2019) per vieną 2,5 valandos trukmės DM treniruotę su rankinio ir salės futbolo žaidėjais patvirtino, kad iš karto po treniruotės buvo pastebėtas pagerėjęs psichomotorinės reakcijos į regos dirgiklį laikas. Nors efektas buvo trumpalaikis, visgi tai pabrėžia DM potencialą greitai aktyvinti mąstymą, o ilgesnės trukmės programų taikymas galėtų lemti ilgesnius pokyčius. Santos et al. (2018) aštuonių savaičių DM programa krepšinyje padėjo žaidėjams pagerinti ir fizinius, ir kognityvinius gebėjimus, tokius kaip fizinis raštingumas parodant, kad DM skatina visapusišką žaidėjų vystymąsi. Burdack ir Schöllhorn (2022) buvo taikytas tyrimas, kai fizinė veikla, pavyzdžiui, šokinėjimas per šokdynę po kognityvinių užduočių rodo nervinės ir fizinės veiklos tarpusavio ryšį bei DM potencialą abu šiuos aspektus derinti vienu metu. Santos et al. (2018) pastebėjo, kad per penkių mėnesių DM intervenciją 13 metų amžiaus futbolininkams pagerėjo kūrybiniai ir taktiniai veiklos įgūdžiai. Tai praplėtė žinojimą, kad DM yra veiksmingas jaunesniųjų sportininkų svarbiems taktiniams gebėjimams, kurie išlieka naudingi per visą jų sportinę karjerą, ugdyti. Tam pritaria ir autoriai, kurie savo tyrime taikė užduotis bei pratimus, suteikiančius daugiau laisvės ir paliekančius mažiau klaidų bei kontrolės (Santos et al., 2016).

Apibendrinant galima teigti, kad DM yra efektyvus, universalus, integralus ir kompleksiškas metodas, galintis ženkliai pagerinti jaunų sportininkų fizinius, techninius ir kognityvinius gebėjimus. Nuo keturių savaičių iki dešimt mėnesių taikytos DM intervencijos turėjo poveikį sportininkų ugdymui. Ilgesnis poveikio laikas leidžia aiškiau pamatyti gebėjimų pokyčius ir suteikia sportininkams galimybę savarankiškai veiksmus tyrinėti, atrasti ir prie jų prisitaikyti. Tai ypač svarbu šiuolaikiniame jaunų sportininkų ugdyme, kur pergalės pasiekiamos ne tik fizinėmis pastangomis, bet ir greitu mąstymu bei inovatyviais sprendimais.

Išvados

Atlikta sisteminė empirinių tyrimų apžvalga atskleidė, kad DM buvo paveikus 11–24 metų amžiaus įvairią treniravimosi patirtį turintiems žaidimų sporto šakų atstovams. Mokymo veiklos turinys skyrėsi, o jo variabilumas leido integruotis į skirtingo lygio mokymo programas. Buvo nustatyta, kad DM yra efektyvus mokymo metodas, turintis reikšmingą poveikį skirtingų žaidimų sportininkų fiziniams, techniniams ir kognityviniams gebėjimams lavinti. Žaidimų sporto šakų įvairovė, kai buvo taikomos eksperimentinės intervencijos, yra gana siaura, didžiausiu atvejų skaičiumi pasižymėjo futbolas, krepšinis ir tik po vieną atvejį – golfas, badmintonas, rankinis ir rekreacinis žaidimas (šokinėjimas per šokdynę). Vis dėlto tai patvirtino, kad DM leidžia kurti įvairias judesių variacijas ir individualizuoti užduočių įvairovę bei suteikti sportininkams galimybę rasti individualius veiksmų atlikimo būdus, padedančius įveikti fizinius, kognityvinius asmens, užduoties ir aplinkos apribojimus. Eksperimentinės intervencijos tęsėsi nuo keturių iki dvylikos savaičių, tačiau buvo vertintas ir penkių mėnesių trukmės laikotarpis ir tai leido patvirtinti, kad kuo ilgesnė mokymo trukmė, tuo didesnis matomas poveikis lavinamiems gebėjimams ir jų išliekamumui. Labai trumpas vienu pratybų DM taikymas suaktyvino psichomotoriką ir lėmė trumpalaikius judesių valdymo pakitimus.

Tyrimo ribotumai

Atsižvelgiant į didelį naudotų duomenų heterogeniškumą, mažą tyrimų prieinamumą, šio tyrimo imtis yra gana maža, o išvados apie DM veiksmingumą žaidimų sportininkams yra atsargios. Todėl DM gali būti laikomas tik alternatyviu žaidimų mokymo metodu, kai siekiama pagerinti tai, kas buvo mokoma naudojant kitas strategijas. Kai tik bus gauta daugiau geros kokybės tyrimų duomenų, šios sisteminės apžvalgos rezultatai turėtų būti atnaujinti, praplečiant iki metaanalizės, leidžiančios palyginti DM su kitais mokymo metodais.

Literatūra

- Amir-Behghadami, M., & Janati, A. (2020). Population, intervention, comparison, outcomes, and study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. *Emergency Medicine Journal*, 37(6), 387–387. <https://doi.org/10.1136/emermed-2020-209567>
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>

- Araújo, D., Davids, K., & Renshaw, I. (2020). Cognition, emotion and action in sport: an ecological dynamics perspective. *Handbook of Sport Psychology*, 535–555. <https://doi.org/10.1002/9781119568124.ch25>
- Arede, J., Fernandes, J. F., Schöllhorn, W. I., & Leite, N. (2022a). Differential repeated sprinting training in youth basketball players: an analysis of effects according to maturity status. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12265. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912265>
- Arede, J., Freitas, T. T., Johnson, D., Fernandes, J. F., Williams, S., Moran, J., & Leite, N. (2022b). Training load, maturity timing and future national team selection in national youth basketball players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1), 21. <https://doi.org/10.3390/jfkm7010021>
- Arede, J., Pouregbali, S., Freitas, T., Fernandes, J., Schöllhorn, W. I., & Leite, N. (2021). The effect of differential repeated sprint training on physical performance in female basketball players: a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12616. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312616>
- Burdack, J., & Schöllhorn, W. I. (2022). Cognitive enhancement through differential rope skipping after math lesson. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 205. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010205>
- Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., Shuttleworth, R., Renshaw, I., & Araujo, D. (2006). Nonlinear pedagogy: a constraints-led framework for understanding emergence of game play and movement skills. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 10(1), 71–103. <https://europepmc.org/article/med/16393504>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018a). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004>
- Coutinho, D., Santos, S., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Schöllhorn, W., & Sampaio, J. (2018b). The effects of an enrichment training program for youth football attackers. *PloS One*, 13(6), e0199008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199008>
- Coutinho, P., Ramos, A., Fonseca, A. M., Davids, K., & Mesquita, I. (2021). The nature of formative physical activities and sports in the development of senior volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(3), 731–740. <https://doi.org/10.1177/1747954121992040>
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 52(6), 377–384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Fitzhugh, B., Butler, V. L., Bovy, K. M., & Etnier, M. A. (2019). Human ecodynamics: A perspective for the study of long-term change in socioecological systems. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, 1077–1094. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.03.016>

- Fox, A. S., Bonacci, J., McLean, S. G., Spittle, M., & Saunders, N. (2014). What is normal? Female lower limb kinematic profiles during athletic tasks used to examine anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Sports Medicine*, 44, 815–832. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0168-8>
- Frank, T. D., Michelbrink, M., Beckmann, H., & Schöllhorn, W. I. (2008). A quantitative dynamical systems approach to differential learning: self-organization principle and order parameter equations. *Biological Cybernetics*, 98(1), 19–31. <https://doi.org/10.1007/s00422-007-0193-x>
- Gaspar, A., Santos, S., Coutinho, D., Gonçalves, B., Sampaio, J., & Leite, N. (2019). Acute effects of differential learning on football kicking performance and in countermovement jump. *Plos One*, 14(10), e0224280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224280>
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3–23. <https://doi.org/10.1080/00336297.1972.10519717>
- Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2016). Differential training facilitates early consolidation in motor learning. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 199. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00199>
- Henz, D., John, A., Merz, C., & Schöllhorn, W. I. (2018). Post-task effects on EEG brain activity differ for various differential learning and contextual interference protocols. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 19. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00019>
- Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2016). Differential training facilitates early consolidation in motor learning. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 199. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00199>
- Martínez-Bello, V. E., & Estevan, I. (2021). Physical activity and motor competence in preschool children. *Children*, 8(4), 305. <https://doi.org/10.3390/children8040305>
- Mascolo, M. F. (2013). Developing through relationships: An embodied coactive systems framework. *Advances in Child Development and Behavior*, 45, 185–225. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-397946-9.00008-7>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... & Prisma-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Oftadeh, S., Bahram, A., Yaali, R., Ghadiri, F., & Schöllhorn, W. I. (2021). External Focus or Differential Learning: Is There an Additive Effect on Learning a Futsal Goal Kick? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 317. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010317>
- Poureghehali, S., Arede, J., Rehfeld, K., Schöllhorn, W., & Leite, N. (2020). Want to impact physical, technical, and tactical performance during basketball small-sided games in youth athletes? Try differential learning beforehand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9279. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249279>
- Ramirez-Campillo, R., García-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2022). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball

- players: A meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 656–670. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.005>
- Renshaw, I., Chow, J. Y., Davids, K., and Hammond, J. (2010). A constraints- led perspective to understanding skill acquisition and game play: a basis for integration of motor learning theory and physical education praxis? *Physical Education Sport Pedagogy*, 15, 117–137. <https://doi.org/10.1080/17408980902791586>
- Santos, S., Coutinho, D., Gonçalves, B., Schöllhorn, W., Sampaio, J., & Leite, N. (2018). Differential learning as a key training approach to improve creative and tactical behaviour in soccer. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(1), 11–24. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1412063>
- Santos, S., Mateus, N., Sampaio, J., & Leite, N. (2017). Do previous sports experiences influence the effect of an enrichment programme in basketball skills? *Journal of Sports Sciences*, 35(17), 1759–1767. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1236206>
- Santos, S. D., Memmert, D., Sampaio, J., & Leite, N. (2016). The spawns of creative behavior in team sports: A creativity developmental framework. *Frontiers in Psychology*, 7, 1282. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01282>
- Schmidt, R., & Wrisberg, C. (2004). *Motor learning and performance leads*. England: Human Kinetics.
- Schöllhorn, W.I. (2000). Applications of systems dynamic principles to technique and strength training. *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, 8, 67–85.
- Schöllhorn, W., Beckmann, H., & Davids, K. (2010). Exploiting system fluctuations: differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina*, 46(6), 365–373. <https://doi.org/10.3390/medicina46060052>
- Schöllhorn, W. I., Beckmann, H., Michelbrink, M., Sechelmann, M., Trockel, M., & Davids, K. (2006). Does noise provide a basis for the unification of motor learning theories? *International Journal of Sport Psychology*, 37(2/3), 186.
- Schöllhorn, W. I., Mayer-Kress, G., Newell, K. M., & Michelbrink, M. (2009). Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Human Movement Science*, 28(3), 319–333. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.10.005>
- Schöllhorn, W., Hegen, P., & Davids, K. (2012). The nonlinear nature of learning-A differential learning approach. <https://doi.org/10.2174/1875399X01205010100>
- Serrien, B., Tassignon, B., Verschueren, J., Meeusen, R., & Baeyens, J. P. (2020). Short-term effects of differential learning and contextual interference in a goalkeeper-like task: Visuomotor response time and motor control. *European journal of sport science*, 20(8), 1061–1071. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1696894>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *Bmj*, 349, 1–19. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>

- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Cheour, F. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: a systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 53, 231. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0026>
- Soligard, T., Steffen, K., Palmer, D., Grant, M. E., Kim, D. S., Alonso, J. M., Bahr, R., Lopes, A. D., Lee, S. Y., Salmina, N., Toresdahl, B. G., Chang, J. Y., Budgett, R., Engebretsen, L. (2017). Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic summer games: a prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(17), 1265–1271. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100236>
- Valença, M., Coutinho, D., Schöllhorn, W., Ribeiro, N., & Santos, S. (2022). Investigating the effects of differential learning on golfers' pitching performance as a function of handicap. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12550. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912550>
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Button, C. (2012). The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. *Sports Medicine*, 42, 1–10. <https://doi.org/10.2165/11596520-000000000-00000>
- Wagner, H., & Müller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomechanics*, 7(1), 54–71. <https://doi.org/10.1080/14763140701689822>
- Zuckerman, S. L., Tang, A. R., Richard, K. E., Grisham, C. J., Kuhn, A. W., Bonfield, C. M., & Yengo-Kahn, A. M. (2021). The behavioral, psychological, and social impacts of team sports: a systematic review and meta-analysis. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(3), 246–261. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1850152>

Differential Learning in Sports Games: A Systematic Review of Empirical Research

Grėta Burkaitė, Rūtenis Paulauskas

Vytautas Magnus University, Academy of Education, 52 K. Donelaičio St., LT-44243 Kaunas, Lithuania,

greta.burkaite@vdu.lt

Vytautas Magnus University, Academy of Education, 52 K. Donelaičio St., LT-44243 Kaunas, Lithuania,

rutenis.paulauskas@vdu.lt

Summary

Differential learning (DL) is a motor learning method emphasizing practice variability and shows promising enhancement of performance in sports games. This systematic review analyzes research on DL interventions, suggesting that it accelerates skill acquisition compared to traditional methods. A systematic search of relevant databases identified peer-reviewed articles focusing on DL, non-linear pedagogy, and constraint-led approaches. Studies demonstrate DL's positive impact on physical, technical, and cognitive skills across various game sports. By encouraging exploration of diverse movement solutions, DL fosters efficient skill acquisition, adapting techniques to individual athletes and game contexts. This adaptability contrasts with repetitive drills, promoting creativity and enhancing decision-making under various constraints. DL forces athletes to adapt, developing a flexible cognitive framework crucial for performance in dynamic game environments. This review concludes that DL is a promising training method, enhancing physical, technical, and cognitive skills. Further research should explore optimal DL implementation across different sports and athlete populations, investigating the balance between variability and specificity, and long-term effects on skill retention and transfer.

Keywords: *physical and technical skills, variability, environmental constraints, sports practice.*

Gauta 2024 12 19 / Received 19 12 2024
Priimta 2025 05 12 / Accepted 12 05 2025