

Aprentatge diferencial aplicat al servei de voleibol en esportistes novells

Differential Learning Applied to Volleyball Serves in Novice Athletes

SANDRA RUTH REYNOSO

RAFAEL SABIDO SOLANA

RAÚL REINA VAÍLLO

FRANCISCO JAVIER MORENO HERNÁNDEZ

Centre d'Investigació de l'Esport. Laboratori d'Aprentatge i Control Motor

Universidad Miguel Hernández (Espanya)

Autora per a la correspondència

Sandra Ruth Reynoso

sandrareynoso@hotmail.com

Resum

L'aprenentatge diferencial s'ha mostrat útil per a la millora de determinades habilitats motrius. Els resultats en poblacions novelles contrasten amb les recomanacions basades en la pràctica en condicions de variabilitat o interferència contextual que qüestionen la seva utilitat en l'aprenentatge de noves habilitats. En aquest treball es comparen les modificacions de la velocitat i la precisió del servei en voleibol en aplicar les metodologies d'entrenament per consistència i d'aprenentatge diferencial. Una mostra de 33 participants sense experiència en voleibol es va dividir en tres grups. Dos grups van dur a terme tres setmanes d'entrenament, mentre que el tercer va conformar el de control. Els participants es van avaluar abans i en dues ocasions posteriors. En cada test es va registrar la precisió i la velocitat dels serveis. Dels resultats es destaca la millora tant en precisió com en velocitat dels grups de pràctica. A més a més, el grup d'entrenament diferencial presenta una milloria en la consistència de la precisió, de manera que disminueix l'error variable dels seus assajos. La principal conclusió de l'estudi és que la metodologia de l'entrenament diferencial pot ser una metodologia molt eficaç per a l'aprenentatge del servei en voleibol en poblacions novelles.

Paraules clau: aprenentatge diferencial, aprenentatge motor, variabilitat, voleibol, servei

Abstract

Differential Learning Applied to Volleyball Serves in Novice Athletes

Differential learning has proved useful for improving certain motor skills. The results with novice populations contrast with recommendations based on practice under conditions of variability or contextual interference which call into question its usefulness in learning new skills. In this paper we compare the changes in the speed and accuracy of the serve in volleyball when implementing training methodologies for consistency and differential learning. A sample of 33 participants with no experience in volleyball was divided into three groups. Two groups carried out three weeks of training, while the third formed the control group. Participants were assessed beforehand and on two subsequent occasions. In each test the accuracy and speed of service were recorded. The results highlight the improvement in both accuracy and speed of the practice groups. Furthermore, the differential training group presented improved consistency in accuracy, decreasing the variable error of their attempts. The main conclusion of the study is that the methodology of differential training can be a very effective method for learning the serve in volleyball with novice populations

Keywords: differential learning, motor learning, variability, volleyball, serve

Introducció

Tant l'aprenentatge com l'entrenament de la tècnica esportiva s'han basat tradicionalment en la repetició d'un gest model per aconseguir el millor rendiment (Gentile, 1972; Schöllhorn, Michelbrink,

Welminski, & Davids, 2009). Aquest model d'entrenament de la tècnica, que s'aplica predominantment per a la millora de les accions individuals perquè després es repeteixen "aparentment" de la mateixa manera en la competició, l'esmentarem en el nostre

estudi com a entrenament en consistència (EC), també anomenat *entrenament tradicional o clàssic* en altres articles. No obstant això, han sorgit noves perspectives amb enfocaments diferents per optimitzar el rendiment en l'entrenament tècnic.

Les aproximacions de la teoria general de sistemes complexos aplicada a l'aprenentatge motor estan sent extrapolades a l'entrenament esportiu com a alternativa per a la millora de gestos tècnics (Torrents, Balagué, Perl, & Schöllhorn, 2007). Aquestes aproximacions exposen dues diferències importants respecte a les anteriors metodologies d'entrenament de la tècnica: (i) ressalten la individualitat del moviment allunyant-se de models teòrics "ideals", i (ii) conceben les desviacions del moviment com un camí cap a l'adaptació tècnica i no com una interferència negativa (Schöllhorn, Mayer-Kress, Newell, & Michelbrink, 2009).

Nombrosos estudis biomecànics han revelat que en la repetició d'un gest tècnic per part d'un mateix esportista es poden comprovar nivells significatius de variabilitat en l'execució (Bauer & Schöllhorn, 1997; Sforza et al., 2002).

Basant-se en aquestes noves perspectives, la variabilitat del moviment, lluny de ser considerada un mer error, es considera necessària per a les adaptacions motrius de l'esportista i prevé una pèrdua de complexitat del sistema (Button, Davids, & Schöllhorn, 2006). Així, les desviacions d'un moviment "model" o "ideal" s'interpreten com a fluctuacions en l'organització del moviment rellevants per als processos d'adaptació motriu (Riley & Turvey, 2002; Zanone & Kelso, 1992).

De la influència d'aquestes fluctuacions en l'adaptació del sistema sorgeixen les bases de l'aprenentatge diferencial (DL) (Schöner, Haken, & Kelso 1986). El DL vol aconseguir el millor rendiment d'un moviment tècnic a través de la modificació constant de les accions motrius que l'esportista executa, en resposta a una sèrie de tasques no habituals, i que el condueixen a cercar la resposta adequada per a cadascuna de les situacions plantejades (Schöllhorn, Beckmann, Janssen, & Drepper, 2010). Una de les bases del DL és crear diferències entre moviments consecutius evitant la repetició del mateix moviment i aplicant el rol de les fluctuacions durant el procés d'aprenentatge (Schöllhorn, Mayer-Kress, et al., 2009).

En la bibliografia, a l'hora de definir el DL, es planteja la qüestió de la seva diferència amb la me-

todologia de la variabilitat en la pràctica (Schmidt, 1975). La principal distinció rau en el fet que mentre la pràctica variable incideix en variables claus amb la intenció de donar consistència a les invariables d'un programa motor generalitzat (Schmidt & Young, 1987), el DL implica exercicis que desenvolupen variacions de les pròpies característiques invariants del moviment. Així, sota el prisma del DL, les característiques invariants d'un programa motor també són modificades mitjançant la variació de les articulacions implicades en el moviment, la velocitat o acceleració d'aquest o el canvi en l'estructura temporal (Schöllhorn, Beckmann, Janssen, et al., 2010). A aquestes variacions s'han d'afegir les possibles modificacions del material o de l'entorn, que ja es considerava en l'entrenament en variabilitat, unides al concepte de no repetició, com ja s'ha comentat anteriorment (Schöllhorn, Beckmann, & Davids, 2010).

El DL ha mostrat els seus beneficis en el rendiment de tasques esportives com el llançament en futbol (Trockel & Schöllhorn, 2003), el pas de tanques (Schöllhorn, Beckmann, Janssen, et al., 2010) i la sortida en patinatge de velocitat (Savelsbergh, Kamper, Rabius, Koning, & Schöllhorn, 2010). Tots aquests treballs obtenen un rendiment esportiu major sota les premisses del DL que aplicant el que els autors han denominat *entrenament tradicional o clàssic*. Així mateix, la seva utilitat també ha estat assenyalada tant en poblacions expertes com en novelles (Savelsbergh et al., 2010). Aquesta utilitat del DL en etapes inicials estaria en contradicció amb la idea d'aplicar pràctiques de variabilitat o interferència contextual en poblacions inexpertes (Magill & Hall, 1990; Hebert, Landin, & Solmon, 1996).

Römer, Schöllhorn, Jaitner, & Preiss (2003) van comparar el DL amb un entrenament tradicional durant cinc setmanes per a la millora de la recepció en voleibol. Els jugadors van mostrar millores significatives de la precisió en les recepcions en ambdós grups. No obstant això, van observar que la millora en la precisió era major en el grup de DL respecte al grup d'entrenament tradicional. Spratte, Janssen i Schöllhorn (2007) van comparar el DL amb una metodologia tradicional en l'entrenament de salt vertical en jugadors de voleibol. Els resultats van reflectir un canvi en la tècnica intraindividual del grup de DL, que permetia optimitzar el rendiment en la tasca de salt amb pas d'aproximació previ a l'execució d'una rematada.

	DL	EC	GC
N	10	11	12
Edat	21,00 ± 0,94	22,00 ± 2,10	22,00 ± 2,00
Altura (cm)	172,00 ± 8,23	172,45 ± 7,98	173,33 ± 6,37
Pes (kg)	65,50 ± 9,87	68,00 ± 9,56	69,00 ± 8,70

DL = aprenentatge diferencial; EC = entrenament en consistència; GC = grup control.

◀ **Taula 1.** Descriptius de la mostra per grup

Les tasques esmentades, per exemple el salt o la recepció, estan molt influenciades per accions prèvies que condicionen l'execució del jugador, per la qual cosa es pot deduir que el DL milloraria la capacitat d'adaptació de l'esportista davant situacions canviants que se li podrien plantejar. No obstant això, en l'acció tècnica del servei, que aplicarem en el present estudi, on el jugador selecciona i controla les variables d'execució, sembla que el treball d'aprenentatge tradicional basat en la repetició per millorar un gest tècnic continua sent el més utilitzat.

L'objectiu d'aquest estudi és comparar les modificacions en la velocitat i precisió del servei de mà alta en suport en voleibol que tenen lloc en aplicar les metodologies d'entrenament tradicional i de DL. D'aquesta manera esperem que el grup de DL augmenti el rendiment de la tasca en participants sense experiència prèvia i en una habilitat tancada com és el servei de voleibol.

Mètode

Mostra

En l'estudi van participar 33 estudiants de manera voluntària (11 dones i 21 homes). Tots eren destres, no havien entrenat ni competit prèviament en l'esport del voleibol.

Els participants van ser distribuïts en tres grups després de l'aplicació del test inicial, classificats basant-se en les variables gènere, velocitat i precisió dels serveis. Un vegada distribuïts els tres grups, es van assignar de manera aleatòria els diferents nivells d'aplicació de la variable independent: grup Aprentatge Diferencial (DL), grup Entrenament en Consistència (EC) i grup Control (GC), que van quedar constituïts segons es detalla en la *taula 1*.

Abans d'iniciar l'estudi, els participants van ser informats del procediment i els temps que s'hi emprarien, i van donar el seu consentiment exprés de participació.

Totes les intervencions van ser avalades pel comitè ètic de la institució responsable de l'estudi.

Instrumental

Per al mesurament de la velocitat de la pilota en els serveis, es va utilitzar un radar SR3600. Per enregistrar el punt de caiguda de la pilota en relació amb la diana, on els participants havien de dirigir el seu servei, es va utilitzar una càmera de vídeo digital HD Sony Handycam AVCHD 6.1 Mp. Aquesta càmera es va ubicar a 11 metres sobre la pista de manera que filmés una perspectiva zenital de la diana. Les gravacions van ser digitalitzades mitjançant el programari Kinovea 0.8.15, i es van calcular les coordenades reals de cada lloc de caiguda de la pilota a partir d'un sistema de referència col·locat sobre la pista. En les sessions d'entrenament es va utilitzar un ordinador per mostrar la seqüència dels exercicis i per mantenir els mateixos temps de descans, entre assaig i sèries, en els dos grups experimentals.

Es van emprar pilotes Mikasa MG V-230, de 230 g, homologades per la Federació Internacional de Voleibol (FIVB).

Variables

La variable independent va ser el mètode d'entrenament, l'efecte del qual es va estudiar entre els tests (inicial, final i de retenció) i entre els dos grups experimentals i el grup de control. Les variables dependents van ser la velocitat, mesurada en km/h, i la precisió, operativitzada en els valors del mòdul de l'error, error absolut de l'eix anteroposterior (eix Y), error absolut de l'eix lateral (eix X), i error variable (desviació típica de l'error, tant en valor absolut com per eixos), respecte al centre de la diana.

Procediment

El tractament va constar d'un test inicial, 11 sessions d'entrenament (dividides en tres setmanes), un test final

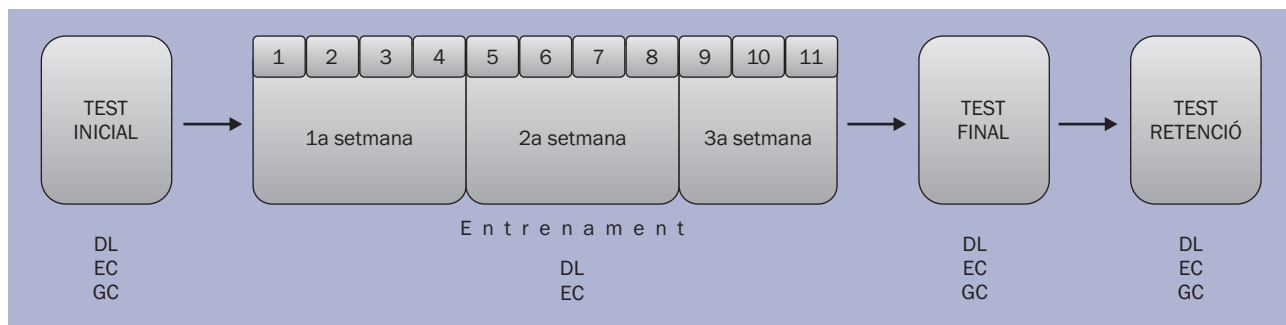


Figura 1. Cronograma de l'estudi

l'endemà de la fase d'aprenentatge, i un test de retenció tres dies després del tractament (fig. 1).

Tres dies abans del test inicial es va mantenir una reunió amb els participants i els va ser proporcionada informació audiovisual sobre l'execució de la tècnica correcta del servei segons el Manual d'Entrenador I de la FIVB (Federació Internacional de Voleibol, 2011). Abans del test inicial, l'executant començava una rutina d'escalfament, guiada per l'equip d'investigació, que finalitzava posicionant el participant a la zona de servei (fig. 2) perquè executés dos serveis com a acció final de l'escalfament. El test consistia en quatre sèries de vuit serveis en direcció a una diana col·locada al sòl

de l'altre camp (zona 1 del camp, pròxima a la línia lateral, vegeu fig. 2). La trajectòria de la pilota havia de superar l'altura de la xarxa però no havia d'allunyar-se'n excessivament, per la qual cosa es va col·locar una cinta un metre per sobre de la xarxa i es va indicar als participants que tractessin de passar la pilota entre la xarxa i la cinta superior. Es van marcar pauses de cinc segons entre serveis, i de 60 segons entre sèries.

En les sessions d'entrenament s'executaven tres sèries de 15 exercicis de servei, amb els mateixos intervals de pausa entre les sèries que els tests, dirigint la pilota al camp contrari per l'espai xarxa-cinta i cap al punt de caiguda a la diana.

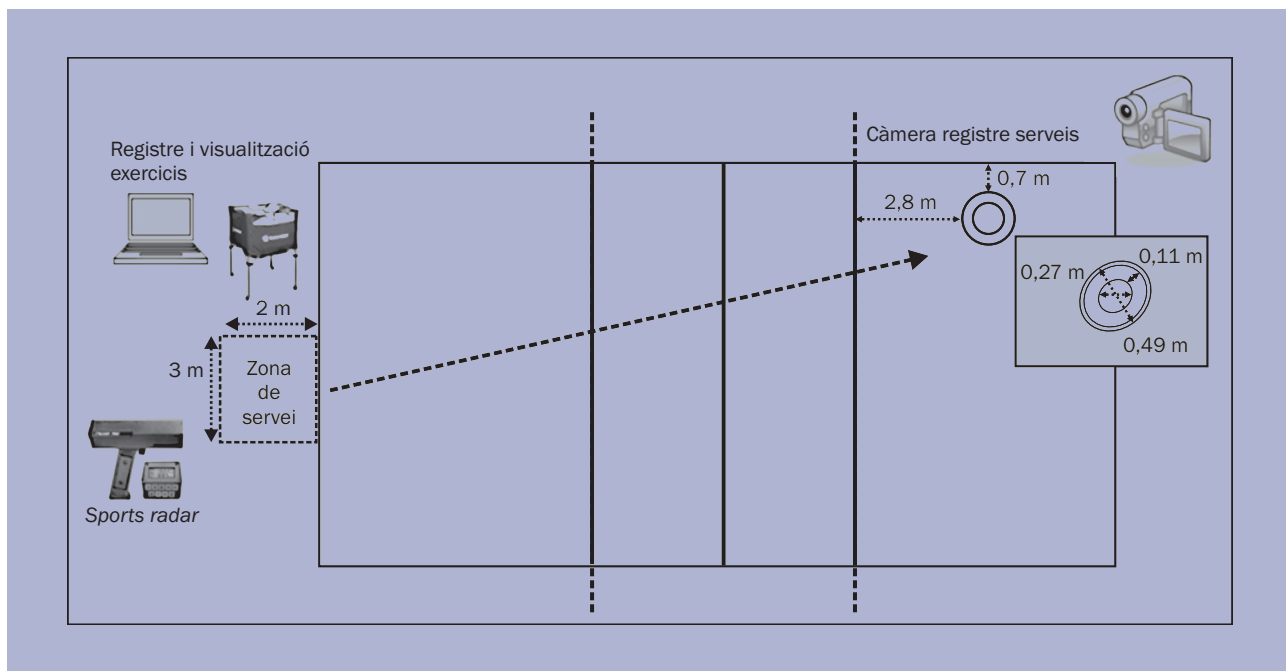


Figura 2. Mesures a la zona de registre (pista reglamentària) i instruments utilitzats

El grup d'EC executava els serveis amb la premissa de repetir el gest tècnic, que havien presentat a l'inici de la investigació, sense rebre instruccions correctives. El grup de DL va fer sessions d'entrenament en què s'anaven alternant contínuament execucions diferents de cops de pilota per sobre el cap. Els participants del grup DL van rebre guiatge de la seqüència d'exercicis mitjançant un ordinador ubicat al costat de la posició de servei, de manera que mai repetissin dos cops iguals seguits. En les primeres dues sessions rebien suport a la informació audiovisual amb informació verbal quan els participants ho sol·licitaven. El GC no va fer cap entrenament.

Anàlisi estadística

Les dades de l'error i de la velocitat van ser introduïdes en una base de dades creades amb el programari SPSS 18. Es va dur a terme un estudi de valors aberrants i una prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov per conèixer la distribució de dades atípiques (*outliers*),

excloent de l'anàlisi inferencial els valors obtinguts per cinc participants (un del GC, dos de l'EC i dos del DL). Verificada la distribució normal, l'efecte de l'entrenament es va analitzar mitjançant un ANOVA de dues vies de mesures repetides i es va introduir com a factor intersubjecte el grup i sol·licitant una prova *post hoc* de Bonferroni per analitzar les diferències per parelles. Es van determinar tres nivells de mesura intragrup: inicial, final i retenció. Per a totes les anàlisis es va establir un nivell de significació de $p < ,05$.

Resultats

Comentem en primer lloc que l'anàlisi ANOVA va mostrar que no hi havia diferències significatives entre els grups en els tests inicials per a les variables d'error i de velocitat.

En la *taula 2* es poden observar els estadístics descriptius per als grups experimentals en els tres tests.

La variable mòdul de l'error absolut no va mostrar diferències significatives per a cap dels grups en

	Test inicial			Test final			Test retenció		
	M	±	SD	M	±	SD	M	±	SD
<i>Grup control</i>									
Mòdul error absolut	2,92	±	0,51	2,57	±	0,40	2,60	±	0,48
Error absolut X	1,17	±	0,30	1,24	±	0,23	1,22	±	0,31
Error absolut Y	2,43	±	0,63	1,97	±	0,57*	2,03	±	0,69
Mòdul error variable	1,34	±	0,19	1,24	±	0,26	1,25	±	0,27
Error variable X	1,34	±	0,31	1,53	±	0,33	1,41	±	0,38
Error variable Y	1,60	±	0,28	1,57	±	0,41	1,57	±	0,35
Velocitat mitjana	43,68	±	3,62	46,62	±	4,40	46,54	±	5,03
<i>Grup entrenament en consistència</i>									
Mòdul error absolut	2,80	±	0,70	2,25	±	0,64	2,41	±	0,73
Error absolut X	1,47	±	0,29	1,39	±	0,34	1,52	±	0,56
Error absolut Y	2,08	±	0,81	1,49	±	0,59**	1,57	±	0,55††
Mòdul error variable	1,23	±	0,17	1,15	±	0,26	1,12	±	0,22
Error variable X	1,51	±	0,36	1,50	±	0,28	1,56	±	0,42
Error variable Y	1,48	±	0,16	1,43	±	0,26	1,35	±	0,25
Velocitat mitjana	45,77	±	5,48	50,21	±	5,28**	49,41	±	4,78†
<i>Grup d'aprenentatge diferencial</i>									
Mòdul error absolut	3,09	±	0,79	2,44	±	0,80	2,46	±	0,84
Error absolut X	1,66	±	0,38	1,45	±	0,27	1,45	±	0,35
Error absolut Y	2,21	±	0,94	1,63	±	0,90**	1,61	±	0,76††
Mòdul error variable	1,45	±	0,32	1,17	±	0,16*	1,12	±	0,25†
Error variable X	1,76	±	0,27	1,53	±	0,26	1,52	±	0,28
Error variable Y	1,88	±	0,51	1,43	±	0,26*	1,57	±	0,24
Velocitat mitjana	45,73	±	6,80	48,96	±	5,00*	48,55	±	4,38

* $p < ,05$; ** $p < ,01$ (test inicial - test final); † $p < ,05$; ††: $p < ,01$ (test inicial - test retenció)

◀
Taula 2.
Comparació d'estadístics descriptius entre grups i significació entre les fases d'avaluació

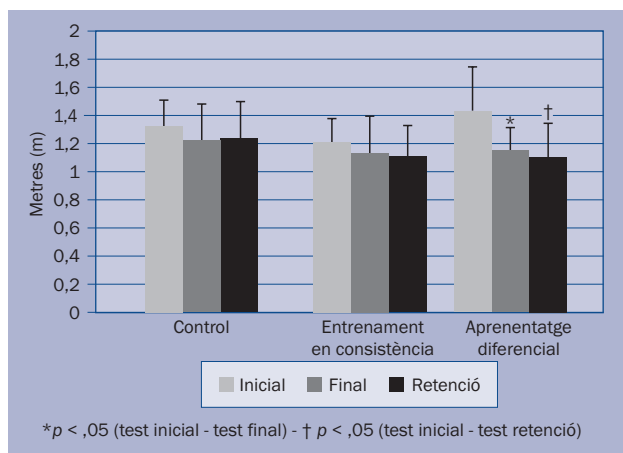


Figura 3. Diferències intragrup del mòdul de l'error variable

analitzar l'evolució entre les diferents situacions. No obstant això, en l'evolució de la precisió en l'eix anteroposterior (error absolut en Y) sí que es van obtenir millores estadísticament significatives entre el test inicial i el test final en el grup DL ($F = 11,94$; $p < ,01$; $\eta^2 = 0,63$), en l'EC ($F = 20,95$; $p < ,01$; $\eta^2 = 0,72$) i en el GC ($F = 15,45$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,72$). En canvi, només els grups DL ($F = 18,25$; $p < ,01$; $\eta^2 = 0,72$) i EC ($F = 10,30$; $p < ,01$; $\eta^2 = 0,63$) mostraven diferències entre el test inicial i el test de retenció.

La variable mòdul de l'error variable (fig. 3) sí que va presentar diferències entre els valors inicials i els del test final ($F = 5,11$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,42$) i de retenció ($F = 3,40$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,33$) per al grup DL.

Respecte a l'error variable de l'eix anteroposterior, es van obtenir diferències significatives només en el grup de DL ($F = 4,43$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,39$) entre les situacions del test inicial i final.

L'anàlisi de l'error en l'eix lateral no ha presentat diferències significatives per efecte de l'entrenament en cap dels grups.

En relació amb l'evolució de la velocitat mitjana de cop de pilota, s'han obtingut diferències significatives per al grup de DL entre el test inicial i el final ($F = 6,88$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,50$) i per al grup d'EC en les comparacions test inicial - test final ($F = 9,94$; $p < ,01$; $\eta^2 = 0,55$) i test inicial - test de retenció ($F = 6,83$; $p < ,05$; $\eta^2 = 0,46$).

Discussió

Els resultats d'aquest estudi, a semblança d'altres treballs d'entrenament de la tècnica (Schöllhorn et al.,

2006; Schöllhorn, Michelbrink, et al., 2009), presenten tendències a millorar el rendiment en el gest del servei de mà alta en suport en voleibol, tant en el grup EC com en el DL. No obstant això, aquestes tendències observades en el nostre estudi no són estadísticament significatives com les obtingudes en anteriors treballs de Trockel i Schöllhorn (2003) o de Römer et al. (2003).

L'anàlisi dels resultats per eixos mostra diferències significatives per a tots els grups en l'eix anteroposterior, per la qual cosa es dedueix que en la tasca proposada les principals modificacions s'obtenen en la profunditat dels serveis executats. Aquesta millora no s'observa en l'eix lateral, i els ajustos en amplària són menys sensibles al procés d'aprenentatge plantejat.

La digitalització d'assajos respecte a un objectiu ha estat una eina emprada en altres treballs de DL (Beckmann, Winkel, & Schöllhorn, 2008), però en aquests només s'ha considerat analitzar la distància de l'assaig respecte a l'objectiu. Creiem que l'anàlisi per aqueixos és un aspecte rellevant per determinar aspectes clau del rendiment, així com d'on procedeixen i es donen les modificacions durant un procés d'aprenentatge o entrenament.

Els resultats obtinguts els trobem en sintonia amb altres treballs de la bibliografia com el de Römer et al. (2003), els quals van aplicar un protocol basat en DL per millorar la recepció del servei en voleibol. En aquest estudi, tant el grup de DL com el grup que ells van denominar "d'entrenament clàssic", van millorar estadísticament la seva precisió després del tractament, i a més a més van obtenir diferències entre grups en acabar la intervenció, de manera que era millor la precisió del grup DL respecte de l'altre. Aquestes diferències entre grups no apareixen en el nostre tractament potser pel fet que el grup "d'entrenament clàssic" del treball de Römer et al. (2003) va fer una progressió d'exercicis tècnics en comptes d'entrenar directament l'habilitat per si mateixa. Probablement, això va poder fer que l'evolució d'aquest grup fos menor que la que nosaltres hem aconseguit amb la metodologia d'aprenentatge en consistència.

Quant a la consistència de l'error, mesurat a través de l'error variable, el grup de DL ha obtingut una modificació estadísticament significativa, la qual cosa indica que aquesta metodologia va afavorir que els participants d'aquest grup reduïssin la dispersió en la precisió dels seus serveis augmentant la consistència del resultat. Fialho, Benda i Ugrinowitsch (2006) van

trobar que ni l'entrenament en bloc ni el basat en interferència contextual no presentaven una tendència a reduir la desviació típica després d'un tractament de quatre sessions. Això contrasta amb els nostres resultats, si bé cal tenir en compte que hi ha una important diferència entre la durada dels tractaments de Fialho et al. (2006) i el present treball, i també que la mostra d'aquest estudi era experta, mentre que els participants de la nostra investigació eren novells en l'habilitat d'aprenentatge requerida. D'aquesta manera, podem suggerir que el DL, aplicat en l'aprenentatge del servei en voleibol, pot ser d'utilitat en les primeres etapes d'adquisició d'aquesta habilitat.

No obstant això, aquesta idea discrepa amb les conclusions d'autors com Wulf i Shea (2002), els quals entenen que eines com la interferència contextual o la variabilitat en la pràctica s'haurien de desestimar en el procés d'aprenentatge motor a causa de l'alta variabilitat que mostren per si mateixos els subjectes més inexperts. Així, els nostres resultats serien més coincidents amb els suggeriments de Schöllhorn, Mayer-Kress, et al. (2009), els quals afirmen que hi ha un valor òptim de pertorbació en el procés d'aprenentatge que permet millorar el nivell d'adquisició del practicant. Així mateix, l'aplicació del DL que hem dut a terme en el nostre estudi podria ser una càrrega adequada de variabilitat per millorar el nivell en participants sense experiència.

Els beneficis d'ambdues metodologies d'aprenentatge no sols s'han observat en els paràmetres de precisió, sinó també en els de la velocitat del servei. Mentre que la precisió ha estat una variable àmpliament estudiada en els treballs de DL (Römer et al., 2003; Trockel & Schöllhorn, 2003), la valoració de la velocitat està menys referenciada. El treball de Wagner i Müller (2008) indica una millora d'aquest paràmetre en aplicar la metodologia del DL, encara que hem d'assenyalar que en aquest treball només es va intervenir sobre un participant. Així, en modalitats on la precisió i la velocitat del mòbil són criteris de rendiment, tant l'EC com el DL permetrien millorar la velocitat de llançament.

Conclusions

La principal conclusió del nostre estudi és la utilitat del DL en la millora del rendiment en la precisió i velocitat del servei de mà alta en suport en voleibol. Aquesta millora, que és similar en paràmetres d'error absolut a

la que hem obtingut en el grup EC, és major, no obstant això, en l'*error variable*, mesura que es va reduir de manera estadísticament significativa en el grup de DL i que hem constatat que és poc referenciada en treballs previs.

Basant-nos en tot allò que s'ha exposat, podem recomanar aplicar en novells la utilització de la metodologia de DL per millorar la velocitat i precisió (especialment la seva consistència) del servei de voleibol durant el procés del seu aprenentatge.

Agraïments

Aquest estudi ha estat possible gràcies al finançament del projecte DEP 2010-19420, subvencionat pel Ministeri de Ciència i Innovació d'Espanya.

Referències

- Bauer, H. U., & Schöllhorn, W. (1997). Self-organizing maps for the analysis of complex movement patterns. *Neural Processing Letter*, 5(3), 193-199. doi:10.1023/A:1009646811510
- Beckmann, H., Winkel, C., & Schöllhorn, W. I. (2010). Optimal range of variation in hockey technique training. *International Journal of Sports Psychology*, 41, 5-10.
- Button, C., Davids, K., & Schöllhorn, W. (2006). Coordination profiling of movement systems. A K. Davids, S. Bennett & K. Newell (Eds.), *Movement System Variability* (pàg. 133-152). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fialho, J. V., Benda, R. N., & Ugrinowitsch, H. (2006). The contextual interference effect in a serve skill acquisition with experienced volleyball players. *Journal of Human Movement Studies*, 50, 65-78.
- Federación Internacional de Voleibol (FIVB) (2011). *Coaches Manual I*. Suïssa: Fédération Internationale de Volleyball. Recuperat de <http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Document/CoachManual/English/>
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17(1), 3-23. doi:10.1080/00336297.1972.10519717
- Hebert, E. P., Landin, D., & Solmon, M. A. (1996). Practice schedule effects on the performance and learning of low and high skilled studies: an applied study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(1), 52-58. doi:10.1080/02701367.1996.10607925
- Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9(3-5), 241-289. doi:10.1016/0167-9457(90)90005-X
- Riley, M. A., & Turvey, M. T. (2002). Variability and determinism in motor behavior. *Journal of Motor Behavior*, 34(2), 99-125. doi:10.1080/00222890209601934
- Römer, J., Schöllhorn, W. I., Jaitner, T., & Preiss, R. (2003). Differenzielles lernen bei der Aufschlagannahme im Volleyball. A J. Krug & T. Müller (Eds.), *Messplätze, Messplatztraining, Motorisches Lernen* (pàg. 129-133). Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Savelsbergh, G. J. P., Kamper, W. J., Rabius, J., Koning, J. J., & Schöllhorn, W. I. (2010). A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *International Journal of Sport Psychology*, 41(4), 415-427.

- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260. doi:10.1037/h0076770
- Schmidt, R. A., & Young, D. E. (1987). Transfer of movement control in motor learning. A S. M. Cormier & J. D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research applications* (pàg. 47-79). New York: Academic Press.
- Schöllhorn, W., Beckmann, H., & Davids, K. W. (2010). Exploiting system fluctuations. Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina (Kaunas)*, 46(6), 365-373.
- Schöllhorn, W. I., Beckmann, H., Janssen, D., & Drepper, J. (2010). Stochastic perturbations in athletics field events enhance skill acquisition. A I. Renshaw, K. Davids & G. J. P. Savelsbergh (Eds.), *Motor learning in practice. A constraints-led approach* (pàg. 69-82). London: Routledge.
- 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), 186-206.
- Schöllhorn, W., 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. doi:10.1016/j.humov.2008.10.005
- Schöllhorn, W., Michelbrink, M., Welminski, D., & Davids, D. (2009). Increasing stochastic perturbations enhance skill acquisition and learning of complex sport movements. A D. Araujo, H. Ripoll & M. Raab (Eds.), *Perspectives on cognition and action in sport* (pàg. 59-73). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Shöner, G., Haken, H., & Kelso, J. A. S. (1986). A stochastic theory of phase transitions in human hand movement. *Biological Cybernetics*, 53(4), 247-257. doi:10.1007/BF00336995
- Sforza C., Turci M., Grassi G. P., Shirai Y. F., Pizzini G., & Ferrario, V. F. (2002). Repeatability of mae-geri-keage in traditional karate: a three-dimensional analysis with black-belt karateka. *Perceptual and Motor Skills*, 95(2), 433-44. doi:10.2466/pms.2002.95.2.433
- Spratte, M., Janssen, D., & Schöllhorn, W. I. (2007). Recognition of jumping patterns in volleyball after traditional and differential strength training by means of artificial neural nets. *A Book of Abstracts of the 3rd European Workshop on Movement Sciences* (pàg. 167-168). Köln: Sportverlag Straub.
- Torrents, C., Balagué, N., Perl, J., & Schöllhorn, W. (2007). Linear and nonlinear analysis of the traditional and differential strength training. *Education Physical Training Sport*, 3(66), 39-47.
- Trockel, M., & Schöllhorn, W. I. (2003). Differential training in soccer. A W. I. Schöllhorn, C. Bohn, J. M. Jäger, H. Schaper & M. Alichmann, *European Workshop on Movement Science. Mechanics, Physiology, Psychology*. Köln: Sport Buch Strauss.
- Wagner, H., & Müller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of and handball throw. *Sports Biomechanics*, 7(1), 54-71. doi:10.1080/14763140701689822
- Wulf, G., & Shea, C. B. (2002). Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(2), 185-211. doi:0.3758/BF03196276
- Zanone, P. G., & Kelso, J. A. (1992). Learning and transfer as dynamical paradigms for behavioral change. A G. E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorial in motor behavior II* (pàg. 563-582). Amsterdam: North Holland.