



Universitat
Oberta
de Catalunya

**Anàlisi del patró epidemiològic dels
walkovers i defaults en els tornejos
de tennis ATP Previous Tour**

Paraules clau: epidemiologia, walkover, default, tennis, bioestadística esportiva, estudi de cohorts, Challenger, Futures.

**MU Bioinformàtica i Bioestadística:
Estudis Clínics i Epidemiològics**

Tutor de TFM:
Martí Casals Toquero

Professora responsable de l'assignatura:
Laia Subirats

Ferran Ferrer Pujol
18 de juny de 2024

Acrònims i sigles

AIC: Akaike Information Criterion

ATP: Association of Tennis Professionals

CIR: Cumulative Incidence Ratio

F: Final/Finalist

IP: Incidence Proportion

ITF: International Tennis Federation

QF: Quarterfinals

RD: Risk Difference

RR: Round Robin

SF: Semifinals

W: Winner

W/O: Walkover

WTA: Women's Tennis Association

Índex

1) Context i justificació del treball	4
a. El tennis	4
b. Partits de tennis no completats	10
c. <i>Walkovers</i> en el tennis	13
d. <i>Defaults</i> en el tennis	16
e. Justificació	18
f. Objectius del treball	19
2) Estat de l'art	20
3) Impacte en la sostenibilitat, comportament ètic, responsabilitat social i diversitat	27
4) Materials i mètodes	28
a. Disseny de l'estudi	28
b. La base de dades	28
c. Variables d'estudi	29
d. Anàlisis estadístiques	31
5) Resultats	34
a. Processat de les dades	34
b. Anàlisi descriptiva univariable i bivariable	34
c. Anàlisi epidemiològica	45
d. Anàlisi multivariable	61
6) Conclusions	67
7) Bibliografia	72

1) Context i justificació del treball

En aquest primer apartat del treball ens centrem en proporcionar una visió general del món del tennis i, en particular, de com es gestiona un partit de tennis no completat. S'explicarà la importància d'entendre les raons per les quals un partit pot no arribar a completar-se, així com les implicacions que això pot tenir per als jugadors, organitzadors dels tornejos i l'esport en general.

A més, es discutiran les diferents terminologies que l'Associació de Professionals del Tennis (ATP, de l'acrònim en anglès *Association of Tennis Professionals*) utilitza per a descriure tots els possibles casos i com es gestiona i s'interpreta la victòria. De la mateixa manera, es farà una explicació detallada de què són tant els *walkovers* com els *defaults* i se'n donaran alguns exemples reals d'aquests ocorreguts en tornejos oficials de l'ATP. Finalment, es presentarà la justificació del treball així com l'objectiu general i específics d'aquest.

a. El tennis

El tennis és un esport de raqueta que pot ser jugat tant de forma individual com en parelles, l'objectiu del qual és colpejar la pilota amb la raqueta de forma que no pugui ser tornada per l'adversari, sempre respectant els límits del camp de joc. A finals del segle XVIII, la superfície d'aquest era d'herba¹, encara que en l'actualitat, els tennistes professionals i amateurs poden jugar sobre quatre superfícies diferents: superfícies d'argila o terra batuda (*Clay*), superfícies de moqueta (*Carpet*), superfícies dures (*Hard*) com el ciment o l'acrílic i superfícies d'herba (*Grass*) i/o herba artificial, en alguns casos¹. Aquest canvi notori ha fet evolucionar el tennis considerablement, tenint un impacte molt significatiu tant en l'estil de joc com en la pròpia estratègia dels jugadors dins la pista.

Per parlar dels inicis de la història del tennis ens hem de remuntar a l'Edat Mitjana, on es creu que va evolucionar a partir de jocs de pilota semblants als jugats a Europa². Al llarg dels segles, el tennis ha experimentat una sèrie de canvis i transformacions en el seu format, regles i superfícies de joc, guanyant popularitat en tot el món. El tennis

modern que coneixem actualment es va desenvolupar al segle XIX a Anglaterra, les primeres regles del qual es van establir el 1873 en el *All England Lawn Tennis and Croquet Club*², i quatre anys més tard, es va celebrar el primer torneig de tennis oficial, el Campionat de Wimbledon², que en l'actualitat és un dels quatre Grand Slams.

Actualment, el tennis professional masculí s'organitza en una sèrie de tornejos internacionals (veure Taula 1) repartits en cinc nivells³, que difereixen tant a nivell mediàtic com econòmic i de punts per a la classificació ATP, els quals són: 4 Grand Slams (Wimbledon de Londres, Roland Garros de París, US Open de Nova York i l'Australian Open de Melbourne), ATP Tour (ATP Finals, ATP Masters 1000, ATP 500 i ATP 250), ATP Challenger Tour, ITF Men's World Tennis Tour i Davis Cup (torneig disputat per països).

	Tour	Tournament	Tournament_level
		Grand Slam	Grand Slams
		ATP Finals	Tour Finals
		ATP Masters	Masters
ATP	ATP Tour	Top-tier	1000
		Tour	ATP 500
			250 or 500
			ATP 250
	ATP Challenger Tour	Second-tier	Challenger
		Tour	
	ITF Men's World Tennis Tour	Third-Tier	Futures
		Tour	
			Davis Cup
	Team Events	-----	Olympics

Taula 1. Classificació dels tornejos de tennis professionals. En gris, els tornejos seleccionats per a l'estudi.

Els diferents tornejos de l'ATP Tour són esdeveniments prestigiosos que atrauen els millors jugadors del món, oferint punts de classificació importants, grans premis econòmics, instal·lacions de primera classe i àmplia cobertura mediàtica. En canvi, els tornejos Challenger i Futures estan enfocats en jugadors emergents que busquen millorar el seu rànquing ATP i guanyar experiència. Els tornejos Challenger ofereixen menys punts i premis més modestos en comparació amb els tornejos ATP Tour (Taula 2), mentre que els tornejos Futures representen el nivell més bàsic del tennis professional, amb premis econòmics i punts per a la classificació mínims (Taula 2). En general, els tornejos de Futures i Challenger són fonamentals per al desenvolupament de nous talents, proporcionant oportunitats perquè els jugadors joves i de menor rànquing competeixin i progressin en la seva carrera esportiva. No obstant, aquest camí resulta complicat per a molts jugadors que difícilment poden sostenir-se econòmicament.

La diferència en els premis econòmics entre els diferents nivells de tornejos en el circuit professional de tennis és notable (Taula 3) i té un impacte profund en la carrera dels jugadors. Els tornejos de l'ATP Tour, incloent-hi els Grand Slams, ATP Finals, ATP Masters 1000, ATP 500 i ATP 250, ofereixen premis significativament més elevats. Per exemple, els guanyadors dels Grand Slams poden rebre al voltant de 2-3 milions de dòlars⁴ d'un *pool* total que arriba fins als 50-60 milions de dòlars, mentre que els guanyadors dels ATP Masters 1000 poden guanyar fins a 1 milió de dòlars⁴.

En canvi, els tornejos Challenger i Futures presenten premis molt menors (Taula 3), amb els guanyadors rebent només entre 2.000 i 3.600 dòlars als Futures i entre 5.000 i 20.000 dòlars als Challengers⁴. Aquesta desigualtat crea grans desafiaments financers per als jugadors de nivell inferior, que sovint han de cobrir les seves pròpies despeses de viatge, d'allotjament i d'entrenament, i depenen de patrocinis, suport familiar i altres fonts d'ingressos per poder competir. En canvi, els jugadors dels tornejos de l'ATP Tour, especialment els que competeixen en els Grand Slams i Masters 1000, poden obtenir ingressos molt més elevats que els permeten viure còmodament i reinvertir en la seva carrera professional.

	W	F	SF	QF	R16	R32	R64	R128	Q	Q3	Q2
ATP Tour											
Grand Slam	2000	1300	800	400	200	100	50	10	30	16	8
ATP Finals	+ 900	+ 400				+ 200 per cada partit guanyat (600 màx.)					
ATP Masters 1000	1000	650	400	200	100	50	30	10	20	-	10
ATP 500	500	330	200	100	50	25	-	-	16	-	8
ATP 250	250	165	100	50	25	13	-	-	8	-	4
ATP Challenger Tour											
Challenger 175	175	90	50	25	13	-	-	-	-	-	6
Challenger 125	125	64	35	16	8	-	-	-	-	-	5
Challenger 100	100	50	25	14	7	-	-	-	-	-	4
Challenger 75	75	44	22	12	6	-	-	-	-	-	4
Challenger 50	50	25	14	8	4	-	-	-	-	-	3
ITF Men's World Tennis Tour											
Futures 25	25	16	8	3	1	-	-	-	-	-	-
Futures 15	15	8	4	2	1	-	-	-	-	-	-

Taula 2. Sistema de distribució de punts per a la classificació ATP en funció de la categoria i la ronda del torneig assolida (2024).

	W	F	SF	QF	R16	R32	R64	R128
2021								
US Open	2.500.000	1.250.000	675.000	425.000	265.000	180.000	115.000	75.000
Australian Open	2.062.500	1.125.000	637.500	393.750	240.000	161.250	112.500	75.000
Wimbledon	2.329.000	1.233.000	637.050	411.000	247.970	157.550	102.750	65.760
Roland Garros	1.624.000	870.000	435.000	295.000	197.200	131.080	97.440	69.600
2019								
ATP 1000	1.077.229	545.274	279.687	144.147	72.214	37.819	21.313	-
ATP 500	355.530	178.455	90.600	48.050	24.540	13.555	-	-
ATP 250	120.635	66.770	37.590	21.390	12.275	7.175	-	-
ATP Challenger 125	21.600	12.720	7.530	4.380	2.580	1.560	780	-
2021								
Futures 25	3.600	2.120	1.255	730	430	260	-	-
Futures 15	2.160	1.272	753	438	258	156	-	-

Taula 3. Sistema de distribució mitjana dels premis econòmics en dòlars en funció de la categoria i la ronda del torneig.

Segons la Federació Internacional de Tennis (ITF), només un petit percentatge de jugadors aconsegueix guanyar més diners dels que gasta en la seva carrera⁴. Menys de 1.000 jugadors professionals aconsegueixen equilibrar les seves despeses amb els guanys, i molts menys poden viure còmodament del tennis. En altres esports, els jugadors situats en posicions similars guanyen sumes substancials, però en el tennis, els jugadors de rànquings inferiors sovint acumulen deutes o depenen de patrocinadors o familiars⁴. Les oportunitats per guanyar bons premis estan disminuint, amb més jugadors competint per premis que creixen lentament, especialment als nivells de joc més baixos.

Segons una anàlisi de la ITF del 2021, només 336 homes i 253 dones van guanyar més diners dels que van gastar jugant a tennis⁴. En el tennis, els jugadors són contractistes individuals que han de cobrir les seves pròpies despeses de transport, equipament, entrenadors i, en alguns casos, allotjament i menjar. La majoria han de complementar els seus guanys amb patrocinis, suport de federacions nacionals, famílies o feines esporàdiques. Els millors 104 homes i 104 dones tenen accés segur als quatre tornejos de Grand Slam cada any, on poden guanyar molts diners inclús perdent el primer partit classificatori ja que els pot reportar uns 130,000 dòlars⁴. La resta de jugadors del món lluiten per premis molt més petits.

A més a més, la ITF està considerant com dividir els ingressos entre els jugadors d'una manera més equitativa per assegurar-se que els jugadors prou bons no abandonin abans de triomfar. Kris Dent, ex-director de la ITF, va plantejar menys dificultats per als jugadors emergents i va suggerir que els tornejos de nivell més baix cobreixin els costos de menjar i hotel en forma de dieta diària, cosa que animaria els jugadors a viatjar a més tornejos. Tot i que augmentar els premis seria útil, no resulta realista per a la majoria dels tornejos ja que, fora dels circuits principals, hi ha pocs ingressos provinents de patrocinis, vendes d'entrades o drets de transmissió, fent que sigui poc probable la idea d'incrementar els premis econòmics per a tornejos Challenger i Futures.

En conclusió, la disparitat econòmica entre els tornejos de tennis de primer nivell i els tornejos Challenger i Futures crea un panorama complex i desafiador per als jugadors professionals. Mentre que els tornejos de l'ATP Tour ofereixen grans premis, punts de classificació importants i oportunitats per a una carrera lucrativa, els tornejos de nivell inferior representen un camí més difícil, amb premis modestos i les despeses sovint superen els guanys dels jugadors. Aquesta situació posa de manifest les dificultats financeres que enfronten molts jugadors de tennis professionals, especialment aquells fora del top 100 mundial, que lluiten per mantenir-se en el circuit i assegurar el seu futur financer. Tot i els esforços de la ITF i altres organitzacions per millorar la situació, com la consideració de redistribuir els ingressos de manera més equitativa, encara queda un llarg camí per recórrer i garantir una sostenibilitat econòmica adequada per a tots els jugadors professionals de tennis.

b. Partits de tennis no completats

Els partits de tennis són esdeveniments emocionants i plens d'acció que capturen l'atenció de milions d'aficionats arreu del món. Tot i això, com en qualsevol altre esport, en ocasions aquets partits poden no arribar a completar-se per diverses raons, la qual cosa genera una sensació d'incertesa tant als jugadors com els espectadors i organitzadors sobre què podria haver passat.

Així doncs, en aquest apartat, explorarem els possibles factors que poden haver-hi darrera d'un partit de tennis no completat i examinarem el reglament oficial establert per l'Associació de Professionals del Tennis (ATP) que regeix aquets casos, així com destacarem les principals diferències enteses entre els *walkovers* i *defaults* en el món d'aquest esport.

Entenem un partit de tennis no completat com aquell partit que, havent-se iniciat o no, no s'ha arribat a disputar fins al final, tal i com el sistema de classificació per a aquell torneig indiqui. Dins de la gran varietat de raons que es poden trobar davant d'aquestes situacions, destaquem les

següents⁵ – que conduiran a termes explícats més endavant com *retirement*, *walkover*, *withdrawal* i *default*:

- Canvis en les condicions climàtiques com ara pluges intenses, forts vents o altes temperatures entre d'altres, que posin en risc la seguretat tant dels jugadors com dels espectadors, així com puguin impossibilitar la correcta realització del joc.
- Lesions inesperades d'algun dels jugadors abans o durant la realització del partit.
- Malestar per part d'algun dels jugadors que l'impossibiliti de participar en el partit.
- Conductes inapropiades per part d'algun dels jugadors que violin el codi de conducta establert per l'ATP i, per tant, impliquin l'expulsió del jugador de la pista i del torneig.
- Circumstàncies personals per part d'algun dels jugadors que l'impossibiliti a nivell físic i/o mental, com per exemple la mort d'un familiar.
- Errors administratius per part de l'organització del torneig com per exemple una incorrecta comunicació de l'hora de joc d'un partit.
- I per últim, que algun dels jugadors directament rebutgi de jugar per qualsevol raó diferent a les explicades anteriorment.

En aquests casos que s'ha descrit anteriorment, l'ATP utilitza una terminologia per a descriure cada situació i què passa en cada cas, ja que la victòria és doncs atorgada al jugador que està possibilitat físicament i mental per a seguir jugant el torneig. Trobem quatre terminologies clau en funció de la situació: *withdrawal*, *walkover*, *retirement* i *default*. Vegem un resum per a entendre cadascun dels casos i les seves definicions⁵.

a. **Withdrawal**

Una retirada del torneig es produeix quan un jugador decideix no jugar tots els partits d'un esdeveniment. Una retirada només es produeix abans (o durant l'escalfament) del primer partit d'un jugador en un esdeveniment.

- Si la retirada es produeix abans que es tanquin les entrades, la retirada pot ser per qualsevol motiu.
- Si la retirada es produeix després del tancament de les inscripcions (independentment de si s'ha fet el sorteig), ha de ser per lesió, malaltia o circumstàncies personals.
- També es pot produir una retirada com a resultat d'un error administratiu del torneig.
- La negativa a jugar per qualsevol altre motiu es considera *default*.

b. Walkover

Una victòria per falta de contrincant es produeix quan el jugador rival decideix no jugar un partit en un esdeveniment a causa de:

- Lesió
- Malaltia
- Circumstàncies personals
- Error administratiu
- La negativa a jugar per qualsevol altre motiu es considera *default*.

Quan un jugador decideix no jugar el primer partit del torneig, però se li permet jugar la consolació, el primer partit es tracta com un *walkover*.

c. Retirement

La retirada del partit es produeix quan un jugador no pot continuar jugant un partit o reprendre un partit suspès a causa de:

- Lesió
- Malaltia
- Circumstàncies personals
- La negativa a jugar per qualsevol altre motiu es considera *default*.

d. **Default**

Una rebel·lió es produeix quan un àrbitre oficial del torneig impedeix un jugador sota el sistema de penalització de punts. També passa quan l'àrbitre no permet que un jugador comenci o continuï un partit. Alguns exemples d'aquest tipus són:

- un jugador que no es presenta
- un jugador que es presenta amb retard
- un jugador que viola el codi de conducta dins o fora la pista durant la realització del torneig
- un jugador que està penalitzat per rebre una injecció, infusió o oxigen suplementari.
- un jugador es nega a jugar o continuar jugant per motius diferents de lesions, malaltia o circumstàncies personals.

Per tant, en aquests casos que hem vist, un jugador és acreditat amb victòria quan el partit no s'ha completat en casos en què el contrincant es retira del torneig (*withdrawal*), es retira per lesió, malestar, circumstàncies personals o errors administratius abans del partit (*walkover*), es retira per lesió, malestar o circumstàncies personals havent començat el partit (*retirement*) o un oficial del torneig impedeix el contrincant de seguir jugant (*default*)⁵ amb les conseqüents sancions econòmiques i de pèrdua de punts per a la classificació.

c. **Walkovers en el tennis**

Al llarg de la història del tennis s'han vist nombrosos exemples de *walkovers*, alguns més mediàtics que d'altres, potser per la ronda del torneig en la que es dona, o bé per presumpcions interessos personals per parts dels jugadors. Tot i així, la història del tennis ens ha demostrat que el més normal és que els *walkovers* es donin per causa de lesió o malestar de l'ponent en la majoria dels casos. Vegem-ne alguns exemples.

El primer exemple ens porta al ATP Masters 1000 de Miami del 2014⁶, en el qual els dos finalistes del torneig, el número 1 de la classificació en aquell moment Rafa Nadal i el número dos Novak Djokovic, van arribar a la final sense colpejar cap pilota de semifinals. El tres vegades campió Novak Djokovic va ser el primer en rebre un lloc a la final del torneig quan el tennista japonès Kei Nishikori es va retirar per una lesió a l'engonal. Unes hores més tard, el torneig es va tornar a sacsejar en un cor furiós d'esbroncades del públic quan el tennista txec, Tomas Berdych, va anunciar que es retirava de la semifinal a causa d'una gastroenteritis, lliurant a Nadal la segona plaça de la final. Això va fer que milers d'aficionats que havien arribat el divendres al complex de Crandon Park esperant un dia d'acció vibrant, s'enduguessin una gran decepció ja que únicament es van disputar les semifinals femenines del torneig.

Un segon exemple que no passa gens desapercebut és el que es va donar en la final del Campionat de Wimbledon de 1931⁷, en la qual Sidney Wood amb només dinou anys es va veure campió sense ni tan sols jugar-la. El seu contrincant i compatriota, Frank Shields, es va lesionar el turmell en la semifinal del torneig, no obstant, l'equip oficial nord-americà li va aconsellar no disputar la final per no agreujar la lesió ja que s'aproximava la Davis Cup.

El següent exemple de *walkover* ens porta també al Campionat de Wimbledon de 2022⁸. Rafa Nadal havia guanyat els quarts de final contra el jove nord-americà Taylor Fritz, però en va sortir malmès, confirmant en una roda de premsa la vigília de la semifinal, que tenia una lesió abdominal que l'impossibilitaria de jugar la semifinal contra l'australià Nick Kyrgios. En aquest cas, Nick Kyrgios va obtenir un *walkover* mentre que Rafa Nadal es va veure obligat a causar un *withdrawal* del torneig.

El següent exemple de *walkover* és dels més recordats per part del tennista suís Roger Federer. Va ser a la final del Torneig de Mestres de 2014⁹ on s'havia d'enfrontar a Novak Djokovic, però finalment aquell partit no es va realitzar ja que el suís novament es va veure perjudicat per dolors a l'esquena. Federer va preferir deixar escapar el títol a Londres per

centrar-se en la final de la Davis Cup que tenia la setmana següent al calendari, un torneig que mai havia guanyat i on finalment va acabar fent-se amb la corona per al seu país.

De nou, ens trobem davant de la parella de tennistes que han marcat la rivalitat més forta durant quasi dues dècades. Parlem de la semifinal de l'Indian Wells Open de 2019¹⁰ que havia de ser disputada per Rafa Nadal i Roger Federer. El tennista mallorquí va realitzar un entrenament matutí previ a la semifinal, però als quinze minuts va notar unes molèsties al turmell dret que finalment van derivar en l'abandonament forçat del torneig i amb la conseqüent victòria per *walkover* del tennista suís, el qual va perdre la final contra un jove Dominic Thiem que disputava la seva primera final d'ATP Masters 1000 i que venia de passar els quarts de final per *walkover* davant l'abandonament per lesió del francès Gael Monfils.

Un exemple sorprenent de *walkovers* quasi consecutius per a un tennista el trobem a l'Open de Madrid de 2024 on el tennista canadenc Felix Auger-Aliassime¹⁷ únicament va poder finalitzar dos dels cinc partits que el van portar a disputar la seva primera final en un torneig d'ATP Masters 1000. Tant a la semifinal, com als quarts de final i en la ronda 32, el tennista va guanyar per *walkover*, un fet que el propi tennista el va declarar com el moment més sorprenent i estrany en tota la seva carrera com a professional.

Per finalitzar, l'últim exemple de *walkover* tenim com a protagonistes a Nick Kyrgios i Roger Federer de nou. L'australià s'havia d'enfrontar al suís en la ronda de quarts de finals de l'Indian Wells Open de 2017¹¹, però per causa d'una intoxicació alimentària no estava en condicions físiques de jugar. Finalment, Roger Federer va obtenir la victòria per *walkover* i va acabar guanyant el torneig ATP Masters 1000 davant el seu compatriota Stanislas Wawrinka.

Tal i com hem vist, la victòria per *walkover* doncs és atorgada al jugador que està en plenes capacitats físiques i mentals per a seguir disputant el torneig quan el contrincant decideix abandonar abans i/o durant el partit sigui quina sigui la causa. D'altra banda, el jugador que abandona ho pot fer per *withdrawal*, *retirement* o *default*.

d. ***Defaults* en el tennis**

El primer exemple de *default* el protagonitza el tennista amb més Grand Slams de la història, el tennista serbi Novak Djokovic. S'enfrontava al tennista espanyol Pablo Carreño en els vuitens de final del US Open de 2020¹² quan, durant el primer set, amb un resultat de 6-5 a favor del serbi, i havent estat amonestat anteriorment per colpejar una pilota contra una de les parets de la grada, Novak va ser desqualificat per la organització del torneig per colpejar amb una pilota a una jutgessa de línia, la qual va caure al terra i, segons informa la notícia, amb dificultats per a respirar.

Un segon exemple de *default* el trobem en el torneig d'ATP Masters 1000 de Roma de 2019¹³, on Nick Kyrgios s'enfrontava al noruec Casper Ruud en els trenta-dossens de final del torneig. Durant el tercer set, l'australià va protagonitzar la imatge del dia; després d'haver perdut el servei, es va enfocar a la grada motiu pel qual va ser sancionat per conducta antiesportiva, seguidament va trencar una raqueta i finalment va llençar una cadira al mig de la pista. Amb tot això, l'organització del torneig va decidir desqualificar el jugador del torneig i l'ATP va comunicar la sanció per a Kyrgios: va haver d'abonar una multa de 17.850 euros i l'organització li va retirar el premi de 33.635 euros i els 45 punts que li tocarien per haver arribat a segona ronda del Masters 1000 de Roma¹³.

Una altra violació del codi de conducta la trobem durant els trenta-dossens de final del Barcelona Open o Trofeu Conde Codó de 2021¹⁴, en el que s'enfrontava l'italià Fabio Fognini i l'espanyol Bernabé Zapata Miralles. Segons declara l'organització, Fognini va ser desqualificat per

abús verbal (insultar) contra un jutge de línia¹⁴, motiu pel qual l'àrbitre de cadira va decidir expulsar-lo del torneig.

Per últim, ens remuntem al segle passat per analitzar aquest cas de *default*. El 21 de gener de 1990, a l'Australian Open de Melbourne, el tennista nord-americà John McEnroe es va convertir en el primer jugador des de 1963 en ser desqualificat d'un Grand Slam¹⁵ per violar el codi de conducta. Concretament, va quedar-se mirant una jutgessa de línia de forma agressiva mentre feia botar una pilota amb la seva raqueta ja que considerava que s'havia equivocat en la decisió de cantar *out* una pilota.

L'àrbitre de cadira, Gerry Armstrong, va donar-li un primer avís de violació del codi del conducta. Uns jocs més endavant, McEnroe va colpejar amb la raqueta contra el terra de la pista motiu pel qual li van donar el segon avís de violació del codi de conducta. Finalment, McEnroe va demanar parlar amb el supervisor de Grand Slam que hi havia en aquell moment, Ken Farrar, i després de discutir i queixar-se amb els dos, Armstrong li va donar el tercer i últim avís i, per tant, la desqualificació immediata del torneig.

Com acabem de veure, els *defaults* són el resultat de situacions emocionals i psicològiques extremes que porten els jugadors a comportaments inadequats o a la violació de les regles del torneig. Els *defaults* reflecteixen no només l'estat físic dels jugadors, sinó també la seva capacitat per gestionar la pressió i l'estrès competitiu. Els tennistes poden violar el codi de conducta i ser desqualificats per una gran varietat de raons, que van des del comportament antiesportiu fins a l'incompliment de les regles establertes pels organitzadors del torneig. Les accions que poden resultar en una desqualificació inclouen l'abús verbal o físic cap als oponents, àrbitres o espectadors, l'ús de llenguatge inapropiat, la falta de compliment de les normes de vestimenta, el consum de substàncies prohibides, i qualsevol comportament que es consideri perjudicial per a la integritat del joc o la reputació d'aquest esport.

La desqualificació no afecta només al jugador infractor, sinó que també pot tenir conseqüències significatives per al resultat del partit i el desenvolupament del torneig. Per tant, és fonamental que els tennistes respectin el codi de conducta i s'adhereixin a les normes establertes per garantir l'equitat i l'espiritu esportiu en aquest esport.

e. Justificació

Així doncs, aquest Treball de Fi de Màster se situa dins l'àmbit de la recerca epidemiològica esportiva, l'interès del qual rau en la manca d'estudis realitzats que expliquin els factors que han influenciat els *walkovers* i *defaults* en els tornejos ATP Previous Tour durant els anys 1978 i 2019.

Per una banda, aquest estudi és particularment interessant perquè ofereix la possibilitat d'analitzar les tendències i els patrons d'aquests *walkovers* i *defaults* en relació amb possibles factors associats, com ara lesions, estratègia esportiva, estrès mental, fatiga, mala conducta, etc. Comprendre aquests patrons epidemiològics pot proporcionar informació rellevant per millorar la prevenció i la gestió de *walkovers* i *defaults* en aquest esport, així com per desenvolupar estratègies per a la millora del rendiment i la salut dels tennistes professionals al llarg de les participacions en múltiples tornejos. A més, l'estudi pot tenir implicacions més àmplies, podent replicar-se en d'altres esports, contribuint a la investigació en epidemiologia esportiva.

D'altra banda, aquest estudi pot resultar interessant per als organitzadors i patrocinadors dels tornejos, ja que tant *walkovers* com *defaults* afecten la integritat i la qualitat dels tornejos, així com l'experiència dels espectadors que han pagat una entrada per veure l'esdeveniment. D'aquesta manera, aquest estudi podria ajudar a millorar el desenvolupament dels tornejos minimitzant el risc de *walkovers* i *defaults*, per tal de proporcionar una experiència més positiva als espectadors. Per últim, com a jugador amateur de tennis amb dotze anys

de pràctica, el meu interès en aquest estudi es fonamenta en la meva passió pel tennis i la meva experiència personal davant dels desafiaments físics i mentals que comporten aquest esport. Realitzar l'estudi em permetrà aplicar els meus coneixements fruits de la meva experiència personal amb l'esperança de contribuir a la millora contínua del tennis com a esport i espectacle esportiu.

f. Objectius del treball

L'objectiu general d'aquest Treball de Fi de Máster és descriure els *walkovers* i *defaults* en els tornejos de tennis ATP Previous Tour disputats entre els anys 1978 i 2019, el patró epidemiològic d'aquests i els seus possibles factors associats. D'aquest objectiu general se'n desprenden els següents objectius específics:

- Realitzar una anàlisis descriptiva que proporcioni una visió global de les característiques i atributs d'ambdós successos.
- Descriure la tendència temporal de la freqüència de *walkovers* i *defaults* al llarg del temps.
- Avaluar el risc i la freqüència de *walkovers* o els *defaults* des d'un punt de vista epidemiològic, tenint en compte característiques dels partits (superfície de la pista, ronda del torneig, etc.) i dels jugadors (diferència d'edat, diferència de rànquing, etc.)
- Identificar factors de risc potencials de *walkovers* i *defaults*.

2) Estat de l'art

El tennis, com a esport d'alt rendiment, ha suscitat un interès creixent en l'àmbit epidemiològic a causa de la naturalesa físicament exigent de la seva pràctica i la prevalença de lesions entre els jugadors professionals. En aquest context, el present estat de l'art s'endinsa en la literatura existent sobre estudis epidemiològics del tennis per comprendre la incidència de *walkovers* i *defaults* i els factors associats amb aquestes situacions en l'àmbit competitiu del tennis professional masculí. A través d'un examen exhaustiu de recerques prèvies, s'exploraran els antecedents d'estudis epidemiològics en l'esport, així com els ànals de lesions, factors de risc específics en jugadors de tennis d'elit i el factor psicològic dels jugadors com seria la força mental i la gestió de les emocions.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, existeix una manca de literatura específica que s'efoqui a l'estudi exhaustiu dels *walkovers* i *defaults* en el tennis. De fet, la gran majoria d'articles publicats sobre aquest esport tracten temàtiques diferents tals com les estratègies per la òptima recuperació del dany muscular post partit, la prevenció de lesions típiques com l'epicondilitis, el rendiment dels jugadors durant els tornejos sota l'efecte de la pressió de les xarxes socials i la premsa mediàtica, així com el desgast mental que pateixen els jugadors més joves¹⁸ en comparació amb els jugadors veterans més experimentats o inclús trobem estudis que examinen les causes dels *withdrawals* i *retirements* en tennistes professionals. Així doncs, aquest estat de l'art estableix el context per a la recerca en curs, destacant la importància d'abordar aquesta problemàtica des d'una perspectiva epidemiològica en l'àmbit del tennis professional.

El tennis és un esport competitiu de classe mundial que atrau milions de jugadors i aficionats de tot el món. Existeix un programa constant de tornejos i esdeveniments durant tot l'any, generant constantment múltiples oportunitats diferents per als jugadors de tots els nivells de poder competir en una setmana determinada de l'any¹⁹. Les exigències d'un torneig de

tennis són molt altes tant mental com físicament²⁰, motiu pel qual molts estudis han examinat els efectes fisiològics i canvis en el rendiment del jugador que provoca la participació en un entorn de torneig quan es juguen diversos partits²⁰. Sembla que un torneig de tennis provoca una càrrega d'esforç tan elevada per a les cames, a més de danys musculars, que un dia de descans després del torneig és insuficient per recuperar els atributs explosius dels músculs extensors d'aquestes²⁰. D'aquesta manera, la contínua participació en diferents tornejos sense una correcta recuperació, comporta un desgast físic i mental elevat que es va acumulant, el qual pot derivar en diverses lesions²¹.

Les lesions de tennis, definides com “qualsevol queixa o manifestació física o psicològica patida per un jugador que resulti d'un partit de tennis o d'un entrenament de tennis, independentment de la necessitat d'atenció mèdica o la pèrdua de temps per activitats de tennis”, formen part de la carrera de qualsevol jugador professional de tennis²². Durant els darrers deu anys, s'han produït un gran nombre de retirades de tornejos als circuits ATP, WTA (*Women's Tennis Association*) i en categories inferiors (ATP Previous Tour). Les lesions van ser les principals causes d'aquestes retirades, independentment del sexe dels jugadors²³, sent l'esquena i la cuixa les principals localitzacions de lesions per a homes i dones, respectivament²³.

Aquestes lesions interrompen tant l'entrenament, com la competició i la progressió del jugador en l'esport i representen una estreta relació²⁴ i un motiu important tant per les retirades com pels *withdrawals* de l'esportista en un torneig^{25, 26}. Estudis retrospectius han demostrat que en el tennis professional, les retirades de jugadors i *withdrawals* de les competicions han augmentat en nombre i freqüència durant l'última dècada²⁵, sent les lesions agudes les més freqüents a les extremitats inferiors i les lesions cròniques les més freqüents a les extremitats superiors i el tronc²⁵.

A més a més, se sap que les modificacions en la durada del partit, la superfície de joc, la categoria del torneig, la diferència en la classificació dels contrincants, les condicions exteriors, l'època de l'any i el tipus de pilota entre els diferents tornejos, afecten les exigències físiques i mentals del jugadors durant els partits de tennis^{19, 25}, així com la ràpida adaptació dels jugadors a les noves condicions de cada torneig. Els jugadors sovint es queixen del constant canvi de la superfície de la pista entre els tornejos, que és ben conegut per alterar els patrons de moviment i els estils de joc, on estan exposats tant a superfícies ràpides (*Grass* i *Carpet*), com semi-ràpides (*Hard*) i lentes (*Clay*)²⁷.

De fet, el mètode de prova de la ITF per determinar la velocitat d'una superfície de pista és l'ITF CS 01/02 (*ITF Court Pace Rating*), tal i com es descriu a la publicació *Guia de mètodes de prova per a superfícies de pistes de tennis* de la ITF³. Les superfícies amb una qualificació de velocitat de 0 a 29 es classifiquen com a Categoria 1 (lentes), incloent la majoria de les pistes d'argila (*Clay*) i altres superfícies minerals no units. Les superfícies amb una qualificació de 30 a 34 es classifiquen com a Categoria 2 (mig-lentes), i aquelles amb una qualificació de 35 a 39 es classifiquen com a Categoria 3 (mitges), incloent la majoria de les superfícies d'acrílic (*Hard*) i algunes superfícies de moqueta (*Carpet*). Les superfícies amb una qualificació de 40 a 44 es classifiquen com a Categoria 4 (mitjà-ràpides), mentre que aquelles amb una qualificació de 45 o més es classifiquen com a Categoria 5 (ràpides), incloent la majoria de les superfícies de gespa natural (*Grass*), gespa artificial i la majoria de superfícies de moqueta (*Carpet*)³.

A partir del 2009, l'ATP va prohibir jugar sobre superfícies de moqueta (*Carpet*)¹⁶ en la categoria de tornejos ATP Tour, no obstant, quasi una dècada més tard, es va retirar del WTA Tour, sent el torneig Quebec City 250 l'últim en disputar-se sobre aquesta superfície. Tot i així, encara es fa servir a l'ITF Men's World Tennis Tour i a l'ATP Challenger Tour. Un dels motius de prohibir-ne el seu ús radica en que una pista molt ràpida és perjudicial per a l'espectador, ja que els punts són més ràpids (l'anomenat

servei i volea que cada cop està més en desús) i la majoria dels punts es guanyen només amb el servei (ace)²⁸. Òbviament, l'espectador mitjà prefereix veure una alta concentració de colpejos on els jugadors es mouen d'un costat a l'altre de la pista i on es produueixen nombrosos intercanvis de *drive* i revés, fent que la temps de joc de cada punt sigui major. Per tant, pistes molt ràpides com la moqueta implica punts més ràpids, el que resulta en partits menys vistosos i, en conseqüència, menys espectadors, el que provoca una menor remuneració econòmica²⁸. No obstant, l'ex-director de la ITF, Kris Dent, va anunciar que el canvi es va decidir per diferents raons, però la més important era estandarditzar les competicions *indoor* i adoptar superfícies homogènies com les superfícies dures (*hard*), cosa que permetria reduir el risc de lesions²⁸.

De fet, el tipus de superfície no només influeix en l'activitat del partit entre els tennistes d'elit²⁴, ja que indueixen diferents propietats de fricció i restitució d'energia²⁷, sinó també en la incidència de lesions, sent les superfícies dures les superfícies de més risc per a les lesions. En general, en tornejos d'ATP Tour, s'observen moltes menys lesions a les pistes de terra batuda (*Clay*) en comparació amb les pistes dures (*hard*)²⁴. En conseqüència, la proporció més alta de retirades s'espera a les pistes dures i la proporció més baixa a les pistes de terra batuda²⁴.

No obstant, altres estudis indiquen que la diferència de classificació d'ambdós jugadors és proporcional a la incidència de retirades d'un partit, així com la categoria del torneig que també està inversament relacionada amb aquesta última¹⁹. També s'ha demostrat que les condicions exteriors extremes habituals són un motiu addicional per a un nombre més elevat de retirades al tennis²⁴, observant-se més retirades a les instal·lacions exteriors que a les cobertes²⁹. Per tant, és important no considerar la retirada d'un partit només com a conseqüència d'una lesió.

Com acabem de dir, hi ha altres variables que influeixen en el nombre de retirades en partits de tennis, com ara la categoria del torneig o la ronda que es juga¹⁹. Es va demostrar que el nombre de retirades estava inversament relacionat amb la importància dels partits disputats³⁰. Més

precisament, en els grans tornejos de tennis s'esperen menys retirades. La raó que explica aquest fenomen és que s'espera que els jugadors perseverin en els seus esforços per guanyar partits més llargs i tornejos més importants a nivell mediàtic, econòmic i de punts per a la classificació ATP, deixant de banda tornejos i partits menys importants¹⁹. De fet, un estudi va demostrar que les taxes de lesions en la categoria masculina van assolir el màxim anual durant els mesos en què els jugadors podien classificar-se en una de les quatre grans competicions de Grand Slam, és a dir, durant els mesos d'abril, maig i novembre¹⁹.

Per altra banda, els jugadors de tennis masculins d'elit en les categories Challengers i Futures presenten una proporció més alta de retirades mèdiques que els jugadors d'ATP Tour³¹, cosa que pot reflectir unes condicions de joc i entrenament més precàries. A més, els jugadors de Challengers i Futures no sempre es beneficien del suport personal de l'*staff* i no sempre entenen el valor dels serveis mèdics i de fisioteràpia que es proporcionen habitualment a la gira ATP Tour. En general, això pot contribuir a una preparació inadequada dels jugadors de Challengers i Futures per complir els requisits de tennis dels circuits professionals ATP/WTA³¹. Això implica que s'han d'aplicar diferents estratègies de prevenció de lesions i preparació del torneig segons l'estàndard de joc per optimitzar el rendiment del tennis d'elit³².

Un altre punt de vista a tenir en compte quan parlem de retirades és el factor psicològic del jugador, que sovint passa desapercebut i és crucial per a enfrentar els tornejos. El tennis és un esport exigent que combina períodes d'intensitat baixa i alta, podent-se considerar un esport anaeròbic intermitent amb una fase de recuperació aeròbica³². Un partit de tennis dura normalment entre 1,5 i 2 hores, però pot durar fins i tot més de 4 hores. Normalment, un punt dura entre 5 i 10 segons i entre els punts hi ha un descans de 20 segons i durant els canvis el descans varia de 60 a 120 segons²⁰. Per tant, el tennis s'ha de contemplar com un esport dual, que implica un gran esforç físic connectat a un esforç cognitiu exigent per la ràpida presa de decisions durant el joc, el qual comporta diverses

variacions en el possible grau d'ansietat del jugador. És aquí on el grau d'experiència del jugador, la duresa mental i la capacitat de controlar les emocions poden ser determinants alhora d'afrontar situacions adverses del joc³³. Per consegüent, una mala gestió mental de les emocions pot provocar comportaments antiesportius a la pista que siguin penalitzables i que derivin en l'expulsió del jugador del partit i del torneig.

La capacitat de superar els reptes cognitius-motors depèn de l'experiència de l'esportista³³. Els atletes més experimentats poden mantenir el seu rendiment motor estable mentre treballen en una tasca cognitiva, mentre que els atletes amb menys experiència mostren reduccions del rendiment més grans³⁴. Aquest fenomen es pot explicar per diverses teories sobre l'aprenentatge de les habilitats motrius que descriuen que les habilitats altament automatitzades requereixen menys recursos cognitius que les habilitats que encara es troben en una etapa d'aprenentatge primerenca³⁴. De la mateixa manera, la capacitat de mantenir un grau de confiança elevat, amb un control òptim de les emocions i dels pensaments, permetran dur a terme decisions més encertades i a una intensitat òptima. Tot i això, si l'excés de pressió és massa alta, repercutirà en el grau de concentració del jugador. Per tant, com més important sigui l'esdeveniment competitiu, més gran serà l'estrés que provoqui en aquests³³.

Per altra banda, en psicologia de l'esport, el terme *self-talk* fa referència a les verbalitzacions amb tu mateix que es fan de manera oberta o encoberta³⁵. Els teòrics argumenten que el *self-talk* té una funció d'autoregulació per intentar disminuir específicament la càrrega cognitiva associada a la complexitat del moviment esportiu i augmentar la producció conductual en competició³⁶.

Seguint amb aquesta idea, una classificació basada en la teoria introduïda recentment en psicologia de l'esport distingeix entre *goal-directed self-talk* (autoconversació dirigida a un objectiu) com un tipus controlat d'autoconversació dirigida per a millorar el rendiment, i *spontaneous self-talk* (autoconversació espontània) com un tipus

incontrolat d'autoconversació³⁵ de pensaments inherents que es dona abans, durant i després de la pràctica esportiva. L'evidència suggereix que les frases curtes d'autoconversació augmenten la consciència dels atletes, ajuden a identificar errors i augmenten la probabilitat de corregir errors en els intents posteriors³⁶. Els investigadors suggereixen que els joves atletes utilitzen l'autoconversa com a impuls positiu en el seu rendiment, però també l'utilitzen quan no poden corregir el rendiment durant una situació difícil o adversa en el seu partit³⁶. Els entrenadors poden treballar aquest aspecte per redirigir l'autoconversa de l'esportista cap a la tasca esportiva evitant comentaris negatius que poden derivar un comportaments inadequats a la pista³⁶.

Per últim, un darrer aspecte psicològic rellevant en els tornejos de diverses etapes és l'efecte ombra. La presència de superestrelles pot desmotivar els millors competidors, ja que poden sentir-se menys motivats per avançar a rondes posteriors³⁷, on probablement s'enfrontarien a aquestes superestrelles. Les dades dels tornejos de tennis professional masculí celebrats entre el 2004 i el 2019 suggereixen que la participació de jugadors com Djokovic, Nadal, Federer o Murray redueix la probabilitat que els 20 millors jugadors restants guanyin els seus partits³⁶. Aquest fenomen es manifesta fins i tot en les primeres etapes del torneig, on els jugadors favorits perden amb més freqüència³⁷ del que es podria esperar, tenint en compte la seva habilitat. A més, aquests efectes són més marcats quan diverses superestrelles competeixen en el torneig i desapareixen quan totes elles han estat eliminades de la competició. També s'observa que aquest efecte augmenta la probabilitat de retirada dels competidors forts però no superestrelles, i desapareix quan el rendiment de la superestrella ja no és tan dominant³⁷.

Així doncs, l'objectiu general d'aquest Treball de Fi de Máster és descriure els *walkovers* i *defaults* en els tornejos de tennis ATP Previous Tour disputats durant els anys 1978 i 2019, el patró epidemiològic d'aquests i els seus possibles factors associats.

3) Impacte en la sostenibilitat, comportament ètic, responsabilitat social i diversitat

L'impacte del treball en termes de sostenibilitat, ètic-social i de diversitat pot ser significatiu. En primer lloc, en termes de sostenibilitat, les retirades anticipades poden afectar a la logística dels tornejos, incloent-hi la programació dels partits, la disponibilitat de les instal·lacions esportives i la planificació del personal i els espectadors. Menys retirades anticipades poden significar menys temps d'espera entre partits i més temps dedicat al joc en pista. Això pot fer augmentar l'entreteniment per als espectadors, proporcionar-los una millor relació qualitat-preu, fent que el torneig impacti de manera més positiva i generant una sensació de satisfacció major que fomenta la fidelització de l'espectador i la possible repetició d'assistència en el futur.

Aquests motius incrementen la sostenibilitat del torneig ja que incrementen la viabilitat econòmica dels tornejos ATP Previous Tour i n'asseguren la continuïtat en el temps. A més a més, es podrien evitar desplaçaments innecessaris tant per l'*staff* dels jugadors com pels espectadors. També es podria reduir el consum innecessari i inefficient dels recursos energètics de què depèn la realització del partit (com podria ser la llum en cas que el partit es jugués en horari nocturn), promovent una pràctica més sostenible.

Per últim, des del punt de vista ètic-social i de diversitat, tots els esdeveniments esportius tenen un impacte significatiu en les comunitats on es desenvolupen, tant en termes econòmics com socials. Una millor gestió dels tornejos pot ajudar a maximitzar els beneficis per a la comunitat local, fomentant la participació i el compromís dels residents, promovent valors com la inclusió, el respecte, la diversitat i la cohesió.

4) Materials i mètodes

a. Disseny de l'estudi

Com ja s'ha comentat, es tracta d'un estudi epidemiològic descriptiu, el qual analitzarà el patró epidemiològic dels *walkovers* i *defaults*, així com els possibles factors associats a aquests, en els tornejos de tennis ATP Previous Tour disputats entre els anys 1978 i 2019. L'objectiu doncs, és descriure detalladament ambdós successos i comprendre els patrons i les causes que els causen, per la qual cosa es farà servir una metodologia estadística per tal d'explorar i d'analitzar les dades recopilades mitjançant ànàlisis descriptives univariable i bivariable, així com ànàlisis epidemiològica i multivariable.

L'ànàlisi multivariable i epidemiològica jugaran un paper crucial en l'exploració de les relacions entre diverses variables, des de característiques del jugador fins a condicions del partit, amb l'objectiu d'identificar patrons i determinants clau associats amb aquestes incidències.

El model que es proposa per a l'estudi és un model retrospectiu de cohorts, basat en l'estudi observacional i analític, utilitzant per a això una base de dades que conté registrada la informació històrica dels esdeveniments i dels factors de risc que hagin pogut provocar aquests i en què es fa una comparació de la freqüència d'aparició de cada esdeveniment (*walkover* i *default*) entre dos grups, iguals en molts aspectes, però que difereixen en una característica determinada ja que un dels quals està exposat a un factor que no és present en l'altre grup.

b. La base de dades

S'ha utilitzat una base de dades de 584.806 partits disputats entre 1978 i 2019 i que recull informació relacionada amb els tornejos d'ATP Previous Tour. La font és de la plataforma de desenvolupament col·laboratiu GitHub (https://github.com/JeffSackmann/tennis_atp), la qual recull informació de les pàgines oficials dels diferents tornejos de tennis.

c. Variables de l'estudi

En conseqüència, disposem d'un total de 584.806 partits disputats entre 1978 i 2019, cadascun dels quals ens dona informació de 28 variables diferents, sent **Final_partit** la variable resposta d'interès ja que ens informa de com va acabar el partit amb els seus sis nivells: *Complete*, *Walkover*, *Default*, *Retirement*, *Unknown* i *Abandoned*.

Pel que fa a la resta de variables, aquestes les podem dividir en tres blocs. Un primer bloc de variables que donen informació del torneig, com ara la categoria, el nivell, l'identificador, el nom o l'any del torneig, i un segon bloc de variables que donen informació de cada partit com ara la superfície, la ronda eliminatòria, el nombre de sets disputats i el número de jocs disputats (Taula 4).

Per últim, un tercer bloc que dona informació sobre els jugadors, com ara el nom dels dos contrincants, la preferència de mà per al guanyador i el perdedor de cada partit, així com les seves edats i la diferència d'aquestes, la posició en la classificació de cada jugador i la diferència d'aquestes.

En destacarem algunes tot i que l'explicació de cada una d'elles la trobarem més endavant en l'anàlisi descriptiva. Tenim variables categòriques com *tourney_category* la qual ens informa si es tracta d'un torneig de l'ATP Challenger Tour o de l'ITF Men's World Tennis Tour, o *tourney_level* que vindria a ser el mateix, tenint aquesta també dos nivells: Challenger o Futures (ITF). Per últim, destacar la variable categòrica *surface*, la qual pot ser molt interessant de cara a l'estudi, tenint aquesta quatre nivells possibles: *hard*, *grass*, *clay* o *carpet*. Recordem que, en l'actualitat, només en les categories ATP/WTA Tour es juga sobre les tres primeres superfícies descrites, ja que, com ja s'ha comentat, a partir de 2009, l'ATP va prohibir jugar sobre superfícies de moqueta (*Carpet*)¹⁶. Únicament en categories ATP Previous Tour es continua jugant sobre superfícies de moqueta.

Variable	Descripció	Valor
tourney_category	Categoría del torneig.	ATP Challenger Tour ITF Men's World Tennis Tour
year	Any en que es va disputar el partit.	
surface	Tipus de superfície en què es va disputar el partit.	Hard Clay Grass Carpet
best_of	Partit disputat al millor de 3 o 5 sets.	3 5
round_level	Ronda del torneig amb la següent categorització: <ul style="list-style-type: none">- Qualifying: Q1, Q2, Q3 i Q4.- Preliminary: R64, R32, R16 i RR.- Final: QF, SF i F.	Qualifying Preliminary Final
games	Suma del total de jocs jugats en cada partit.	
Final_Partit	Partits completats o no completats. En el segon cas, es descriu el motiu.	Complete Abandoned Retirement Default W/O Unknown

Taula 4. Descripció de les covariables relacionades amb el partit i el torneig.

d. Anàlisis estadístiques

S'han aplicat metodologies específiques per dur a terme les anàlisis univariables i bivariables, així com per l'anàlisi epidemiològica i multivariable, per tal d'explorar i comprendre les incidències de *walkovers* i *defaults* en els tornejos de tennis ATP Previous Tour. Aquestes metodologies proporcionen una visió detallada dels factors associats al patró epidemiològic d'ambdós esdeveniments. Totes les anàlisis s'han realitzat amb la versió 4.3.3 del programari estadístic R. El codi reproduïble utilitzat en aquest estudi està disponible en un repositori GitHub d'accés públic.

Per a l'anàlisi descriptiva univariable i bivariable, s'han calculat freqüències absolutes (n) i freqüències relatives (%) per a les variables categòriques, mentre que per a les variables contínues s'han calculat mesures de tendència central i dispersió. Aquest enfocament permet descriure les característiques tant dels partits com dels jugadors en els casos de *walkovers* i *defaults*. Els *p-value* per a comparar les proporcions d'ambdós successos en les diferents variables s'han calculat amb el test de proporcions z, fent ús de la funció `prop.test()`, amb un nivell de significança α de 0.05.

L'anàlisi epidemiològica s'ha realitzat mitjançant diversos mètodes estadístics per estudiar la incidència i les tendències de *walkovers* i *defaults*. Per quantificar l'associació entre l'exposició i el resultat d'interès en aquest estudi retrospectiu de cohorts, s'han avaluat mesures epidemiològiques tals com el ràtio d'incidència acumulada (CIR), que és la raó entre la incidència d'un resultat al grup exposat i la incidència al grup no exposat, la proporció d'incidència (IP), que és la freqüència amb la que es produeix un esdeveniment durant un període específic de temps en una població de risc, així com la diferència de risc (RD) entre el grup exposat i el grup no exposat. També s'han calculat els intervals de confiança respectius del 95%. Les formules de les mesures evaluades són:

$$IP = \left(\frac{\text{Number of events}}{\text{Total number of matches played}} \right) \times 1000$$

$$CIR = \frac{\text{Incidence in exposed group}}{\text{Incidence in unexposed group}}$$

$$RD = \text{Incidence in exposed group} - \text{Incidence in unexposed group}$$

La IP es va calcular per proporcionar una taxa d'esdeveniment per cada 1000 partits. La CIR i la RD es van emprar per comparar i mesurar tant l'augment o la disminució relativa del risc com les diferències absolutes en la incidència d'esdeveniments. La funció epi.2by2() del paquet R epiR, amb el mètode establert com a *cohort time*, es va utilitzar per calcular les taxes d'incidència (IP). Les proporcions d'incidència acumulativa (CIR) es van calcular amb la funció pois.exact() del paquet epitools. El paquet ggplot2 es va fer servir per a la visualització de dades i la generació dels gràfics.

A més a més, es van aplicar tècniques d'anàlisi de supervivència per avaluar el temps fins a l'ocurrència de *walkovers* i *defaults*, considerant la durada dels partits i la censura de dades. Es va utilitzar el paquet survival per realitzar ànàlisis de supervivència, utilitzant les funcions Surv() per definir el temps de seguiment i si es va produir un *walkover* o *default*, i survfit() per estimar i graficar les corbes de supervivència dels jugadors en funció de diferents variables, com el nombre total de jocs completats.

Per fer l'anàlisi multivariable de regressió logística en aquest estudi retrospectiu de cohorts, s'han considerat diverses suposicions i procediments metodològics. En primer lloc, s'assumeix que hi ha una relació lineal entre el logaritme de les probabilitats (log-odds) i les variables independents, cosa que és fonamental en la regressió logística. A més, s'assumeix que les observacions són independents entre si, és a dir, un *walkover* o *default* en un partit no afecta l'ocurrència d'aquests esdeveniments en altres partits. També es pressuposa que no hi ha multicolinealitat significativa entre les variables explicatives, ja que això podria afectar l'estabilitat dels coeficients de regressió. Finalment, es suposa una mida de mostra prou gran per obtenir estimacions precises i fiables.

El model proposat és una regressió logística binària per modelar la probabilitat d'ocurrència de *walkovers* i *defaults* en partits de tennis, sent una tècnica adequada per modelar esdeveniments binaris^{38,39}. S'hi inclouen tant variables categòriques com la categoria del torneig, la superfície de la pista, el nivell de ronda i el format de sets, com variables contínues, com ara la diferència d'edat entre els jugadors, la diferència en el rànquing ATP, el total de jocs disputats i l'any del partit. La fórmula del model és:

$$\log \left(\frac{P(Y = 1)}{1 - P(Y = 1)} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

on Y_i és l'esdeveniment d'interès, *walkover* o *default*, X_i són les variables independents, i β_i són els coeficients del model³⁸.

Per realitzar l'anàlisi multivariable a R, es van utilitzar diversos paquets i funcions específiques. El paquet stats va proporcionar la funció `glm()` per ajustar models de regressió logística, permetent modelar la probabilitat d'ocurrència de *walkovers* i *defaults* en partits de tennis. Posteriorment, es va emprar la funció `summary()` per obtenir un resum detallat del model ajustat, incloent-hi els coeficients, les seves significacions i altres indicadors importants del model.

L'avaluació del model s'ha fet mitjançant diversos indicadors. La bondat de l'ajust s'ha avaluat comparant la *deviance residual* entre el model ajustat i el model nul, i fent servir l'AIC (Akaike Information Criterion) per comparar la qualitat relativa dels models. La significació dels coeficients s'ha avaluat a través dels *p-values* de cada coeficient per determinar-ne la significació estadística. La comparació de models s'ha realitzat utilitzant el *Likelihood Ratio Test* per verificar si la inclusió de variables addicionals millora significativament l'ajust del model³⁸ i s'ha realitzat mitjançant la funció `anova()`.

5) Resultats

a. Processat de les dades

Com ja s'ha comentat, es tracta d'un fitxer de tipus .Rdata amb un total de 584.806 entrades amb dades de 28 variables, 26 de les quals independents i dues variables resposta categòriques: *match_outcome* y *Final_Partit*. Ambdues presenten la mateixa informació però en un format diferent, motiu pel qual seleccionarem *Final_Partit* com a variable resposta d'interès, ja que presenta els resultats d'una forma més concisa i clara.

En primer lloc, eliminarem la variable *sex* ja que totes les dades recollides fan referència a partits masculins, per la qual cosa, no ens serà gaire útil aquesta informació irrelevante per a l'estudi. També eliminarem la variable *tourney_level* ja que la variable *tourney_category* ens dona la mateixa informació; ambdues són variables categòriques amb dos nivells que informen si es tracta d'un torneig de nivell Challenger (ATP Challenger) o Futures (ITF Men's World Tennis Tour). De la mateixa manera, eliminarem la variable resposta *match_outcome* ja que, com hem dit abans, disposem d'una altra variable resposta, *Final_Partit*, la qual ens dona la mateixa informació en un format més clar i concís.

Per tant, després del processat de les dades, acabem amb un total de 24 variables independents i una variable resposta. A priori, identifiquem 313.164 valors faltant, que representen el 2,14% del total de valors.

b. Anàlisi descriptiva univariable i bivariable

En primer lloc, es destaquen les freqüències i percentatges (Taula 5) dels nivells de les següents variables categòriques de la base de dades:

- Pel que fa a la categoria del torneig (*tourney_category*), destaquem dos nivells: ATP Challenger Tour i ITF Men's World Tennis Tour.
- Pel que fa als anys (*year*) en què es s'han disputat els partits, comprovem que es tracta de partits entre el 1978 i el 2019.
- Pel que fa als tipus de superfície de la pista (*surface*), en destaquem quatre: *Clay*, *Hard*, *Grass* i *Carpet*.

- Pel que fa als nivells de les rondes (*round_level*), observem tres possibles nivells: *Preliminary Round*, *Final Round* i *Qualifying Round*.
- Pel que fa als tipus de rondes eliminatòries dels tornejos (*round*), destaquem els següents nivells: RR, BR, Q1, Q2, Q3 i Q4 per a *Qualifying Round*, R64, R32 i R16 per a *Preliminary Round* i QF, SF i F per a *Final Round*.
- Pel que fa a la finalització dels partits (*Final_Partit*), destaquem els següents nivells: *Complete*, *W/O*, *Default*, *Retirement*, *Unknown* i *Abandoned*.

Variable	Freqüència	Percentatge
Tourney Category		
ATP Challenger Tour	155.846	26,65%
ITF Men's World Tennis Tour	428.960	73,35%
Surface		
Hard	245.622	42,000%
Grass	6.796	1,163%
Clay	305.007	52,155%
Carpet	27.381	4,682%
Sets		
3	584.738	99,988%
5	68	0,012%
Round Level		
Qualifying	11.480	1,963%
Preliminary	444.769	76,054%
Final	128.557	21,983%
Match Outcome		
Complete	562.967	96,266%
W/O	2.263	0,387%
Default	242	0,041%
Retirement	19.314	3,303%
Abandoned	6	0,001%
Unknown	14	0,002%

Taula 5. Freqüències i percentatges de partits disputats segons, categoria del torneig, superfície de joc, sets disputats, nivell de ronda i resultat del partit.

Com es pot observar (Fig. 1), els primers resultats de l'exploració ens indiquen que el 73,35% dels partits són de nivell ITF Men's World Tennis Tour, mentre que el 26,65% restant de nivell ATP Challenger Tour. Aquestes dades reflecteixen la major presència i abast dels tornejos ITF en el panorama del tennis professional, proporcionant més oportunitats als jugadors emergents per acumular experiència i punts de rànquing. En quant a les superfícies de joc, el 52,15% dels partits es van disputar sobre superfície d'argila (*Clay*), el 42% sobre superfície dura (*Hard*), el 4,68% sobre superfícies de moqueta (*Carpet*) i el 1,16% restant sobre superfície d'herba (*Grass*), la qual té elevats costos de manteniment en comparació amb les superfícies *hard* i *clay*.

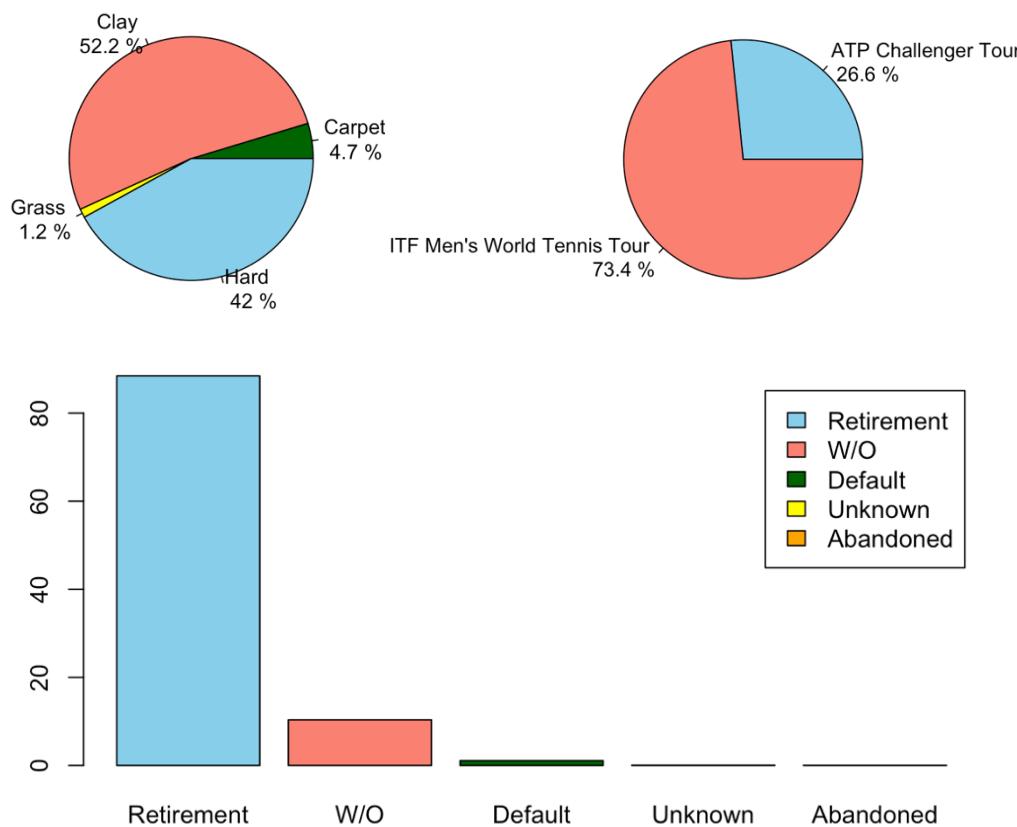


Figura 1. Percentatges de superfícies de joc, de partits disputats en ambdues categories de torneig i de partits no completats.

Per últim, el 96,26% dels partits disputats en aquells anys es van completar i únicament el 3,74% dels partits no es van completar, és a dir, 21.839 partits no van arribar a finalitzar-se, dels quals 19.314 van ser per *retirement*, 2.263 per *walkover* (*W/O*), 242 per *default*, 6 per

abandonament i 14 *unknown*. Ara bé, si només tenim en compte el total de partits no completats, el 88,44% van ser per *retirement*, el 10,36% per *walkover* i el 1,11% per *default* (Fig. 1). Aquests resultats confirmen que les retirades per lesió han estat la causa més comuna per la qual un partit no es completa, seguit pels *walkovers* i, en menor mesura, pels *defaults*. Aquest patró està alineat amb les troballades prèvies en l'estat de l'art, que reflecteix la naturalesa més comuna dels *walkovers*, sovint causats per lesions físiques o fatiga, en comparació amb els *defaults*, que solen estar associats a comportaments antiesportius o incidents excepcionals.

Pel que fa a la freqüència de *walkovers* i *defaults* en cada categoria (Fig. 2), s'observen 615 *walkovers* i 53 *defaults* en la categoria ATP Challenger Tour. Per contra, s'observen 1648 *walkovers* i 189 *defaults* en la categoria ITF Men's World Tennis Tour.

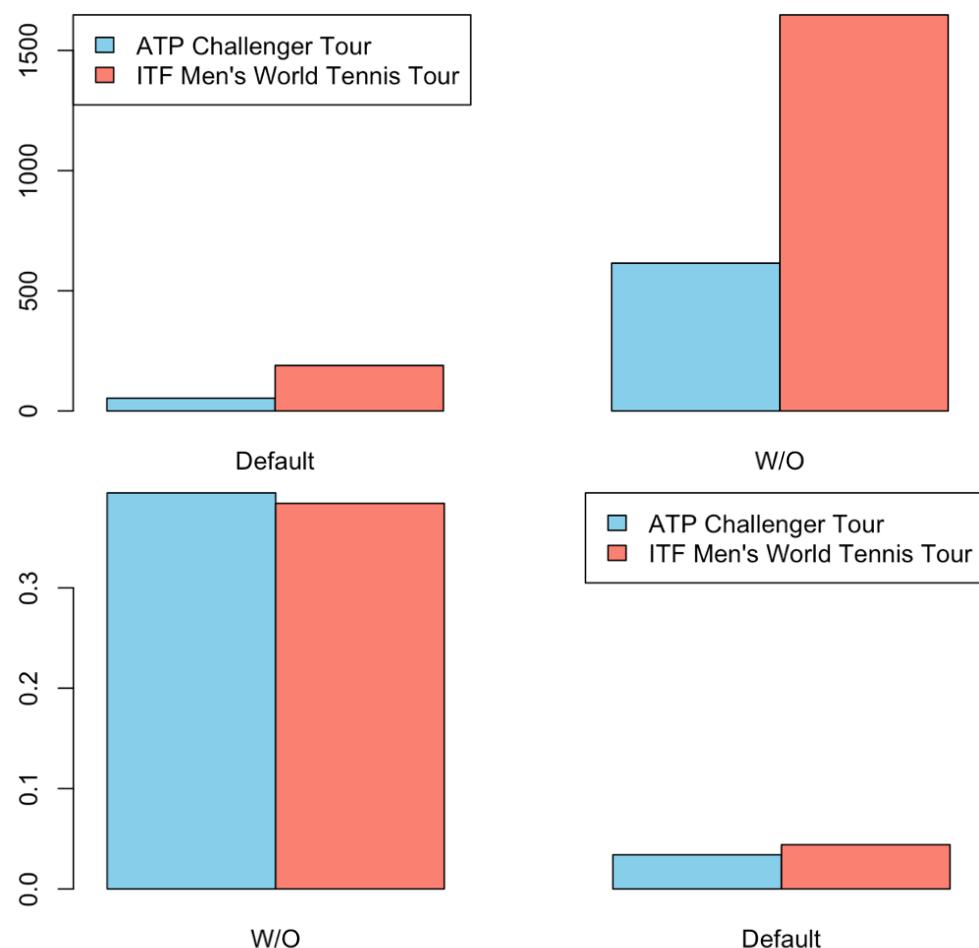


Figura 2. Freqüències i percentatges de *walkovers* i *defaults* en cada categoria de torneig. En (*) les diferències significatives observades.

Tal i com es pot observar (Fig. 2), tot i que gairebé el 75% dels partits registrats són de categoria ITF Men's World Tennis Tour, el percentatge de *walkovers* i *defaults* es manté constant entre ambdues categories de torneig. S'observa que un 0,39% dels partits d'ATP Challenger Tour van acabar per *walkover*, mentre que en la categoria d'ITF Men's World Tennis Tour van acabar per *walkover* un 0,38% dels partits (*p-value* = 0,58). De la mateixa manera, s'observa que un 0,034% dels partits d'ATP Challenger Tour van acabar per *default*, mentre que en la categoria d'ITF Men's World Tennis Tour van acabar per *default* un 0,044% dels partits (*p-value* = 0,11). A priori, aquesta constància suggereix que els factors que condueixen a *walkovers* i *defaults* són intrínsecs al tennis professional i no estan significativament influenciats per la categoria del torneig.

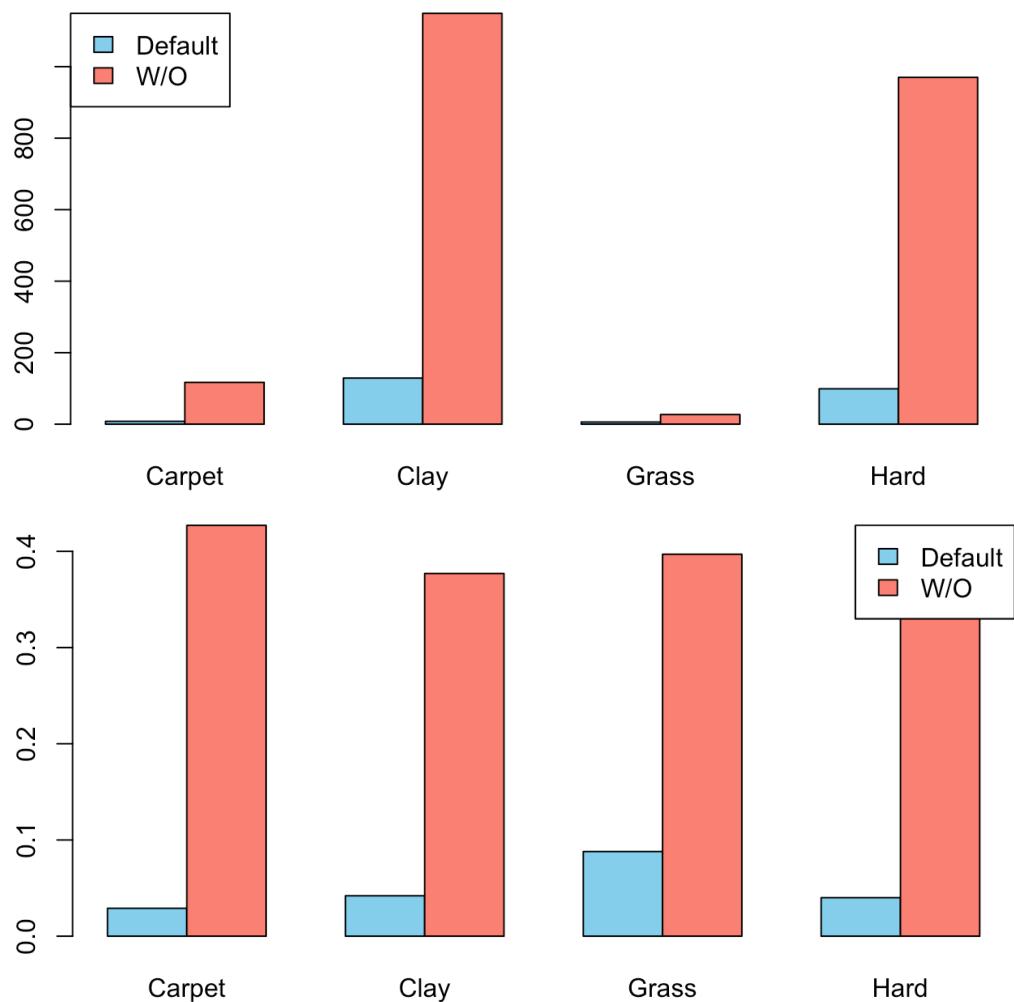


Figura 3. Freqüències i percentatges de *walkovers* i *defaults* en cada tipus de superfície de la pista. En (*) les diferències significatives observades.

Si analitzem com es comporten els *walkovers* i *defaults* en funció de la superfície de la pista (Fig. 3), veurem que es reparteixen de forma proporcional al nombre de partits disputats en cada superfície, sent la superfície *clay* ($n=1149$, $n=129$) i la superfície *hard* ($n=970$, $n=99$), les superfícies amb més freqüència de *walkovers* i *defaults* respectivament. De fet, s'han donat *walkovers* en el 0,37% dels partits disputats en superfícies *clay* i en el 0,39% dels partits disputats sobre superfícies *hard* i *grass* ($p\text{-value} = 0,49$). Pel que fa a *defaults*, s'han donat en el 0,042% dels partits disputats sobre superfícies *clay*, en el 0,04% dels partits disputats sobre superfícies *hard* i en el 0,029% dels partits disputats sobre superfícies *carpet* ($p\text{-value} = 0,19$).

Per tant, en el cas dels *walkovers*, les superfícies dures mostren una proporció d'incidència lleugerament superior comparada amb les superfícies d'argila però no significativa, mentre que en els *defaults*, la superfície d'herba té una proporció d'incidència marginalment superior (0,088%) no significativa respecte les altres superfícies ($p\text{-value} = 0,06$). Aquests resultats concorden amb l'estat de l'art, que suggereix que la superfície de joc pot influir les lesions dels jugadors, i per tant, seria lògic pensar que els jugadors amb cansament físic acumulat, veiessin més apropiat retirar-se i no forçar quan el torneig es disputa sobre una superfície dura, la qual presenta un risc major de lesions per impacte repetitiu, en comparació amb una superfície de terra batuda, encara que aquesta pot comportar un major desgast físic a causa a la seva naturalesa lenta que prolonga la durada dels partits.

Per altra banda, si analitzem com es distribueixen els *walkovers* i *defaults* en funció del nivell de ronda (Fig. 4), observem per una banda que la majoria de *walkovers* es donen en rondes preliminars ja que és el nivell de ronda amb més partits registrats, seguit de rondes finals i, per últim, rondes classificatòries. S'observa un comportament similar en *defaults*, sent el nivell de ronda preliminària la que més n'acumula i en les rondes classificatòries no s'ha registrat cap *default*. No obstant, si ens fixem en els percentatges que representen per a cada nivell, s'han donat *walkovers* en el 0,69% dels partits disputats en rondes finals, en el 0,28%

dels partits disputats en rondes preliminars i en el 1,03% dels partits disputats en rondes classificatòries, sent proporcions significativament diferents entre els tres nivells de ronda ($p\text{-value} = 2,2e^{-16}$). Pel que fa a *defaults*, s'han donat en el 0,039% dels partits disputats en rondes finals i en el 0,043% dels partits disputats en rondes preliminars ($p\text{-value} = 0,67$). Aquest patró indica que els *walkovers* es produeixen majoritàriament en les fases inicials dels torneigs, possiblement a causa de la fatiga acumulada i les lesions prèvies dels jugadors, mentre que els *defaults* tendeixen a ocurrir en les etapes finals, on la pressió psicològica, la tensió competitiva i les expectatives dels jugadors augmenten a mesura que avancen en el torneig, fent de la gestió emocional un gran repte en aquestes fases.

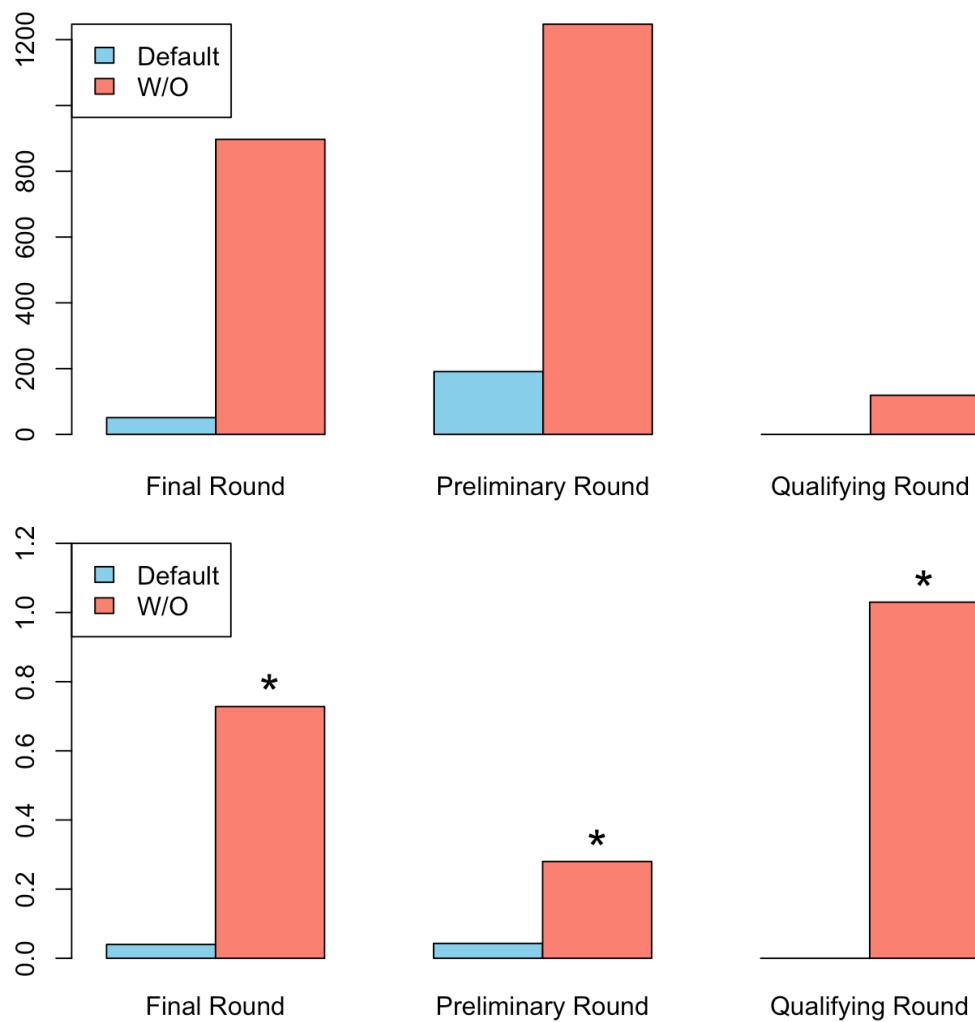


Figura 4. Freqüències i percentatges de *walkovers* i *defaults* en cada nivell de ronda. En (*) les diferències significatives observades.

Si analitzem més a fons quines són les rondes amb més freqüència de *walkovers* i *defaults* (Fig. 5), observem que la R16 ($n=1030$) és la que acumula més *walkovers* seguida de la QF ($n=530$), mentre que per als *defaults*, és la R32 ($n=103$) la que n'acumula més seguida de la R16 ($n=79$). Com ja s'ha esmentat anteriorment, no s'observa cap *default* en rondes classificatòries.

No obstant, el major percentatge de *walkovers* s'observa en la ronda classificatòria Q2 amb un 1,48% dels partits disputats, seguit de la ronda classificatòria Q1 amb un 1,046% dels partits disputats. Tant la ronda preliminar R16 com la ronda final QF presenten un percentatge semblant, de 0,7% i 0,72% dels partits respectivament. En quant a *defaults*, el major percentatge es dona en la ronda preliminar R64 amb un 0,084% dels partits disputats en aquesta ronda. No s'observen diferències significatives.

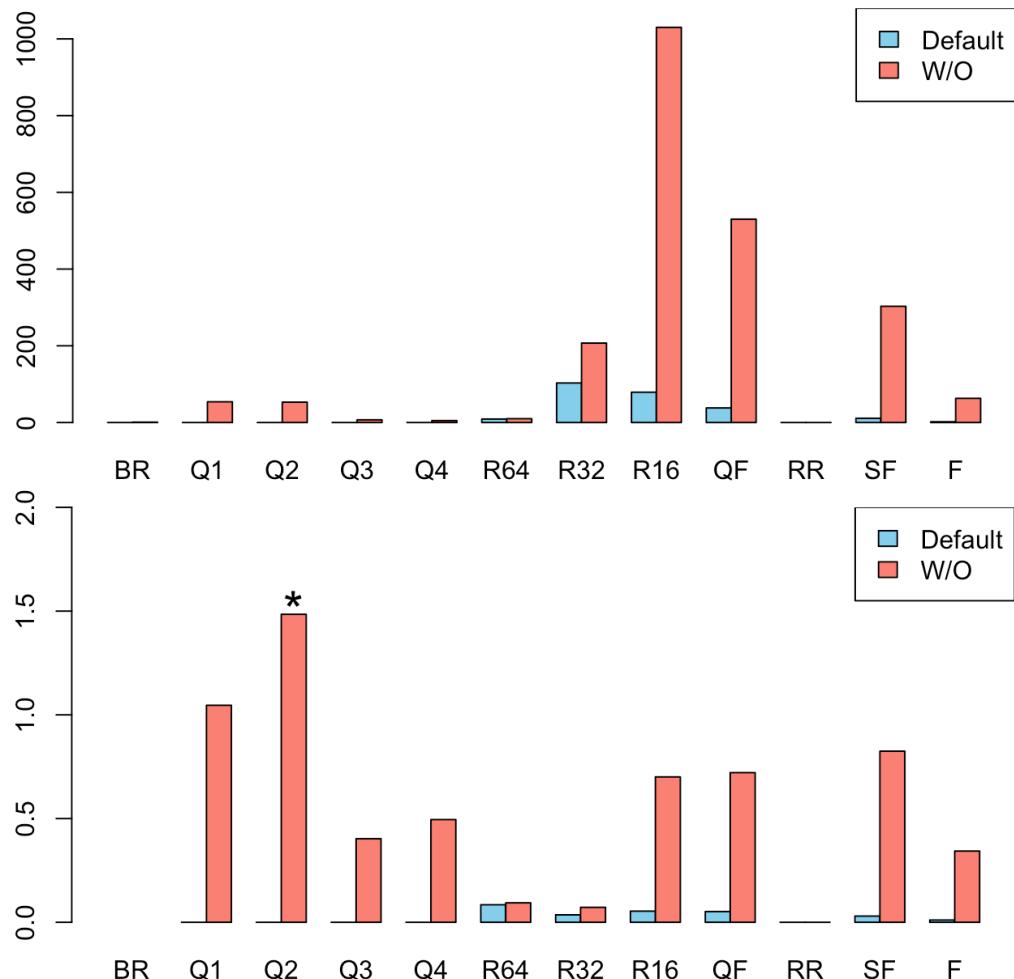


Figura 5. Freqüències i percentatges de *walkovers* i *defaults* en cada ronda. En (*) les diferències significatives observades.

Finalment, si analitzem com es distribueixen els *walkovers* i *defaults* en funció de si el partit es juga al millor de 3 o 5 sets (Fig. 6), observem per una banda que la majoria de *walkovers* s'han donat en partits disputats a 3 sets ja que el 99,9% dels partits registrats s'han disputat a 3 sets. S'observa una freqüència de 2261 *walkovers* i 242 *defaults* per a partits disputats a 3 sets, i una freqüència de 2 *walkovers* i cap *default* en partits disputats a 5 sets.

No obstant, el major percentatge de *walkovers* s'observa en partits disputats a 5 sets, representant el 2,94% dels partits. Per contra, s'observen diferències significatives ($p\text{-value} = 0,01$) amb la proporció de partits disputats a 3 sets que van acabar per *walkover*, el 0,38%, indicant que la durada i la intensitat del partit podrien influir més en la decisió del jugador de no presentar-se. D'altra banda, el 0,041% dels partits disputats a 3 sets van acabar per *default*.

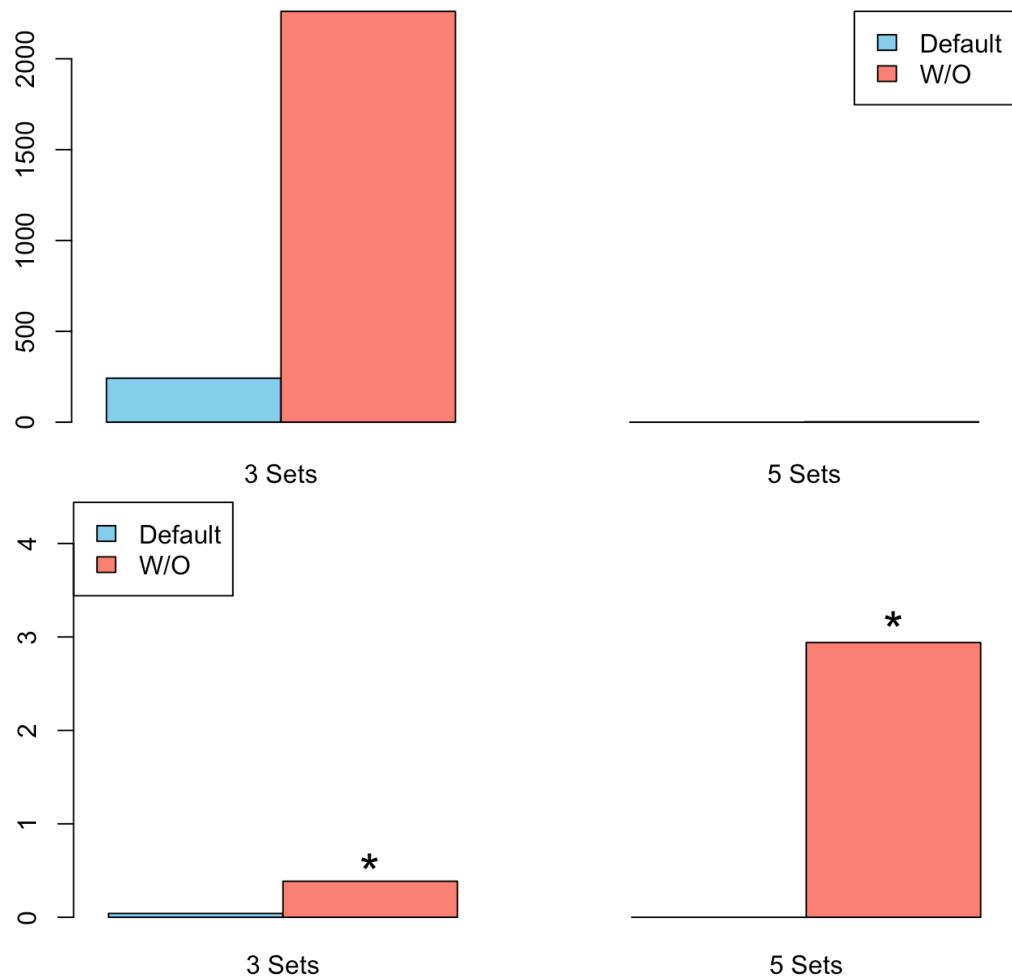


Figura 6. Freqüències i percentatges de *walkovers* i *defaults* en funció de si el partit es juga al millor de 3 o 5 sets. En (*) les diferències significatives observades.

A continuació, podem veure un resum d'estadístiques descriptives tant de *walkovers* (Taula 6) com de *defaults* (Taula 7) en front a algunes de les variables més rellevants per a l'estudi.

Variable	W/O	
	Yes	No
N = 2.263 (0,387%)		N = 582.543 (99,613%)
Tourney Category		
ATP Challenger Tour	615 (0,39%)	155.231 (99,61%)
ITF Men's World Tennis Tour	1.648 (0,38%)	427.312 (99,62%)
Surface		
Hard	970 (0,395%)	244.652 (99,605%)
Grass	27 (0,397%)	6.769 (99,603%)
Clay	1149 (0,377%)	303.858 (99,623%)
Carpet	117 (0,427%)	27.264 (99,573%)
Sets		
3	2.261 (0,386%) *	582.477 (99,614%)
5	2 (2,94%) *	66 (97,06%)
Round Level		
Qualifying	119 (1,03%) *	11.361 (98,97%)
Preliminary	1.247 (0,28%) *	443.522 (99,72%)
Final	897 (0,7%) *	127.660 (99,3%)
Games	0 (Q1:0 – Q3:0)	20 (Q1:17 – Q3:26)
Difference Rank	-17 (Q1:-229 – Q3:180)	-98 (Q1:-361 – Q3:79)
Winner Age	23,02 (Q1:20,69 – Q3:25,66)	22,9 (Q1:20,58 – Q3:25,55)
Loser Age	23,71 (Q1:21,11 – Q3:26,52)	22,28 (Q1:19,97 – Q3:25,03)
Difference Age	-0,43 (Q1:-4,13 – Q3:2,72)	0,59 (Q1:-2,52 – Q3:3,69)

Taula 6. Resum d'estadístiques descriptives per a *walkovers*. En (*) les diferències significatives observades.

Variable	Default	
	Yes	No
N = 242 (0,041%)		N = 584.564 (99,959%)
Tourney Category		
ATP Challenger Tour	53 (0,034%)	155.793 (99,966%)
ITF Men's World Tennis Tour	189 (0,044%)	428.771 (99,956%)
Surface		
Hard	99 (0,04%)	245.523 (99,96%)
Grass	6 (0,088%)	6.790 (99,912%)
Clay	129 (0,042%)	304.878 (99,958%)
Carpet	8 (0,029%)	27.373 (99,971%)
Sets		
3	242 (0,041%)	584.496 (99,959%)
5	0 (0%)	68 (100%)
Round Level		
Qualifying	0 (0%)	11.480 (100%)
Preliminary	191 (0,043%)	444.578 (99,957%)
Final	51 (0,04%)	128.506 (99,96%)
Games	16 (Q1:10 – Q3:21)	20 (Q1:17 – Q3:26)
Difference Rank	-31 (Q1:-236 – Q3:200)	-98 (Q1:-361 – Q3:79)
Winner Age	22,45 (Q1:20,45 – Q3:25,21)	22,9 (Q1:20,58 – Q3:25,55)
Loser Age	22,8 (Q1:20,67 – Q3:25,48)	22,28 (Q1:19,97 – Q3:25,03)
Difference Age	-0,06 (Q1:-3,64 – Q3:2,89)	0,59 (Q1:-2,52 – Q3:3,69)

Taula 7. Resum d'estadístiques descriptives per a *defaults*. En (*) les diferències significatives observades.

c. Anàlisi epidemiològica

Per últim, s'analitzarà si hi ha hagut alguna tendència al llarg d'aquests anys tant per a *walkovers* com per a *defaults*. En l'histograma de freqüència de *walkovers* per any (Fig. 7), s'observa una tendència a l'alça, augmentant de forma significativa el nombre de *walkovers* cada any. De la mateixa manera, el nombre de *retirements* per any també ha augmentat de forma progressiva i similar al nombre de *walkovers* observats. Això pot ser a causa d'un augment del nombre de tornejos que es disputen anualment i, per consegüent, del nombre de partits tal i com es pot observar en la Figura 7.

Per tant, és evident doncs, que les tendències a l'alça per ambdues situacions són conseqüència d'un augment en el nombre de tornejos i consegüentment, en el nombre de partits disputats cada any tal i com es pot observar a partir del 1990. D'aquesta manera, la contínua participació dels jugadors en diferents tornejos sense una correcta recuperació, comporta un desgast físic i mental elevat que es va acumulant, el qual pot derivar en diverses lesions.

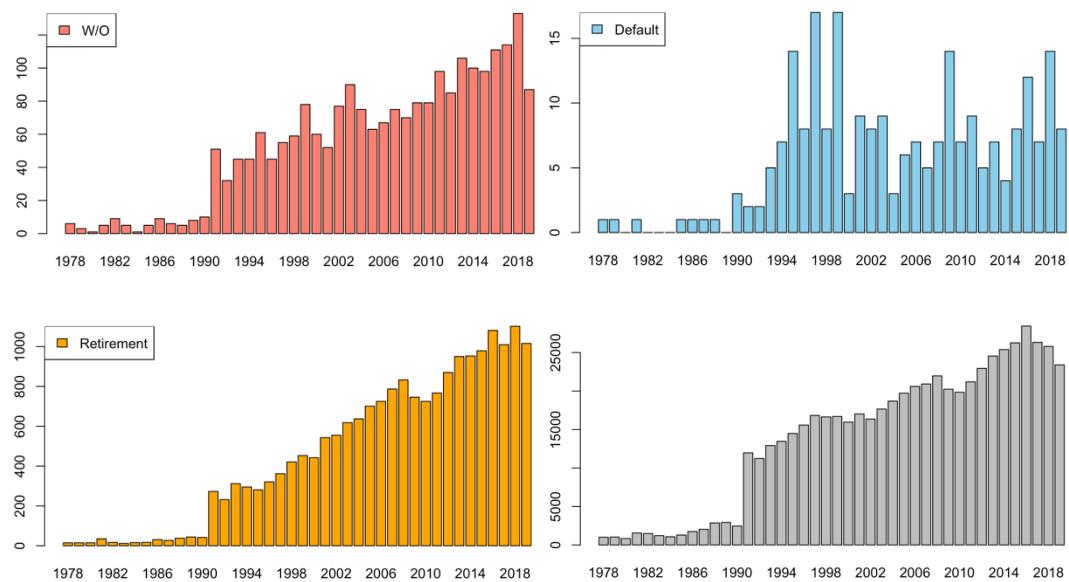


Figura 7. Freqüències de *walkovers*, *defaults* i *retirements* per any. En gris, la freqüència de partits disputats per any.

D'altra banda, si ens fixem en l'histograma de *defaults* per any, s'observa un augment significatiu en el nombre de *defaults* per any a partir de 1994 en comparació amb els anys anteriors. No obstant, a partir de 1994 no s'observa una tendència ni a l'alça ni a la baixa tot i haver-hi un augment progressiu del nombre de partits disputats per any. Sembla que el nombre de *defaults* per any es manté estable tot i haver-hi diversos anys en que el nombre de *defaults* es dispara considerablement (1997 i 1998, n=17).

Per tal d'il·lustrar la tendència dels *walkovers* i *defaults* al llarg del període temporal seleccionat (1978-2019) en comparació amb el nombre de partits disputats cada any, es presenten els següents gràfics de proporció d'incidència de *walkovers* (Fig. 8) i *defaults* (Fig. 9) cada 1000 partits.

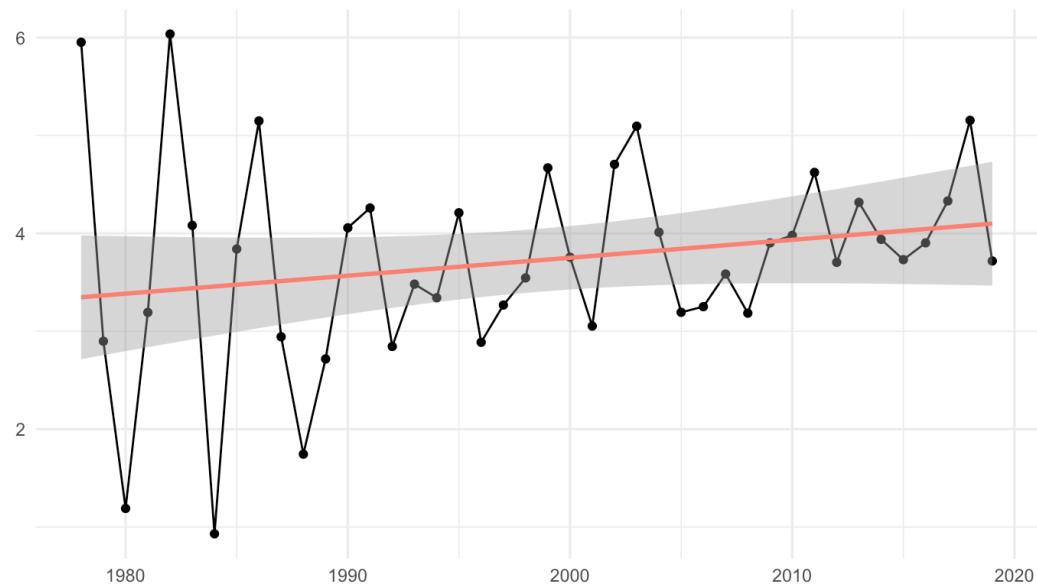


Figura 8. Proporció d'incidència de *walkovers* per 1000 partits al llarg dels anys.

Es pot observar que la proporció d'incidència de *walkovers* en els anys anteriors al 1990 fluctua de forma considerable, indicant una variabilitat notòria entre pics anuals que fluctuen entre 1 i 6. D'altra banda, en els anys posteriors al 1990, aquesta variabilitat entre pics anuals disminueix, suavitzant les fluctuacions entre 3 i 5. La línia de tendència general del gràfic (Fig. 8) indica que la proporció d'incidència de *walkovers* al llarg d'aquests anys ha anat augmentant de forma gradual i constant. Aquest increment progressiu indica que, tot i que la variació anual pot tenir alts i

baixos, la tendència subjacent reflecteix un increment sostingut en la incidència de *walkovers*. Això suggereix que, amb el pas del temps, hi ha hagut una major freqüència relativa de *walkovers* en els partits de tennis, augmentant a poc a poc i de manera consistent. Aquesta tendència ascendent pot estar associada amb l'augment de la intensitat dels calendaris de competició, limitant el temps de recuperació dels jugadors entre tornejos.

D'altra banda, s'observa que la proporció d'incidència de *defaults* en els anys anteriors al 2000 fluctua de forma considerable, indicant una variabilitat notòria entre pics anuals que fluctuen entre 0 i 1,25. En canvi, en els anys posteriors al 2000, aquesta variabilitat entre pics anuals disminueix, suavitzant les fluctuacions entre 0,15 i 0,65. La línia de tendència general del gràfic (Fig. 9) indica que la proporció d'incidència de *defaults* al llarg d'aquells anys ha anat disminuint de forma gradual i constant. Aquest decrement progressiu indica que, tot i que la variació anual pot tenir alts i baixos, la tendència subjacent reflecteix una disminució sostinguda en la incidència de *defaults*. Això suggereix que, amb el pas del temps, hi ha hagut una menor freqüència relativa de *defaults* en els partits de tennis, disminuint a poc a poc i de manera consistent.

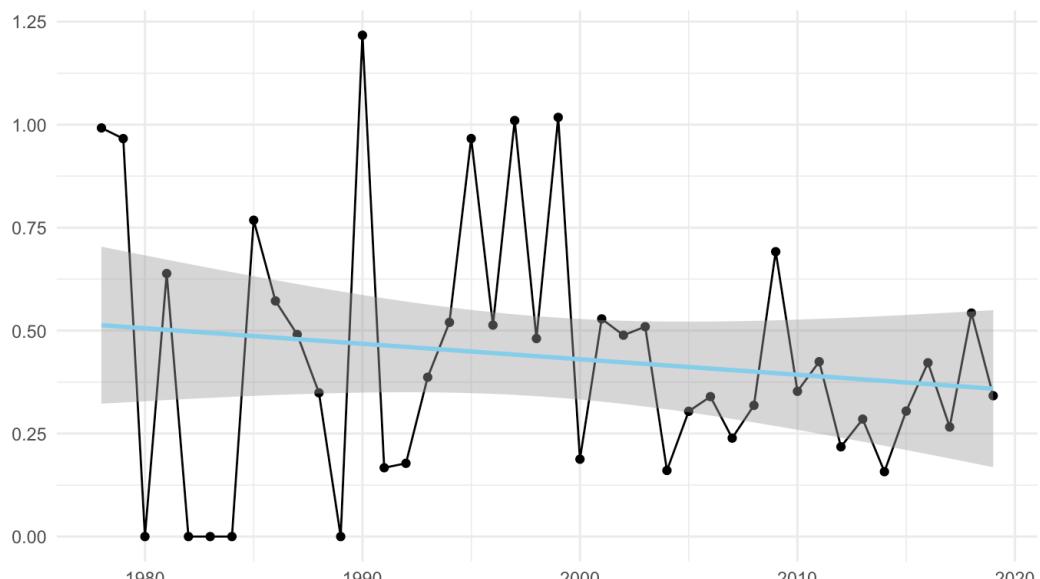


Figura 9. Proporció d'incidència de *defaults* per 1000 partits al llarg dels anys.

Per altra banda, si analitzem aquestes tendències en funció dels tres nivells de ronda al llarg dels anys, s'observen comportaments diferents (Fig. 10). Les rondes finals (*Final Round*) són les que presenten tendències generals de proporció d'incidència més estables tant per a *walkovers* com a *defaults*, sent la tendència de *walkovers* clarament constant al llarg de tot el període temporal i la tendència de *defaults* incrementant molt lleugerament. Per a rondes preliminars (*Preliminary Round*), s'observa una tendència general lleugerament a l'alça per *walkovers* mentre que per a *defaults*, s'observa una tendència lleugerament a la baixa, amb grans variacions entre pics anuals en els primers 10 anys dels registres.

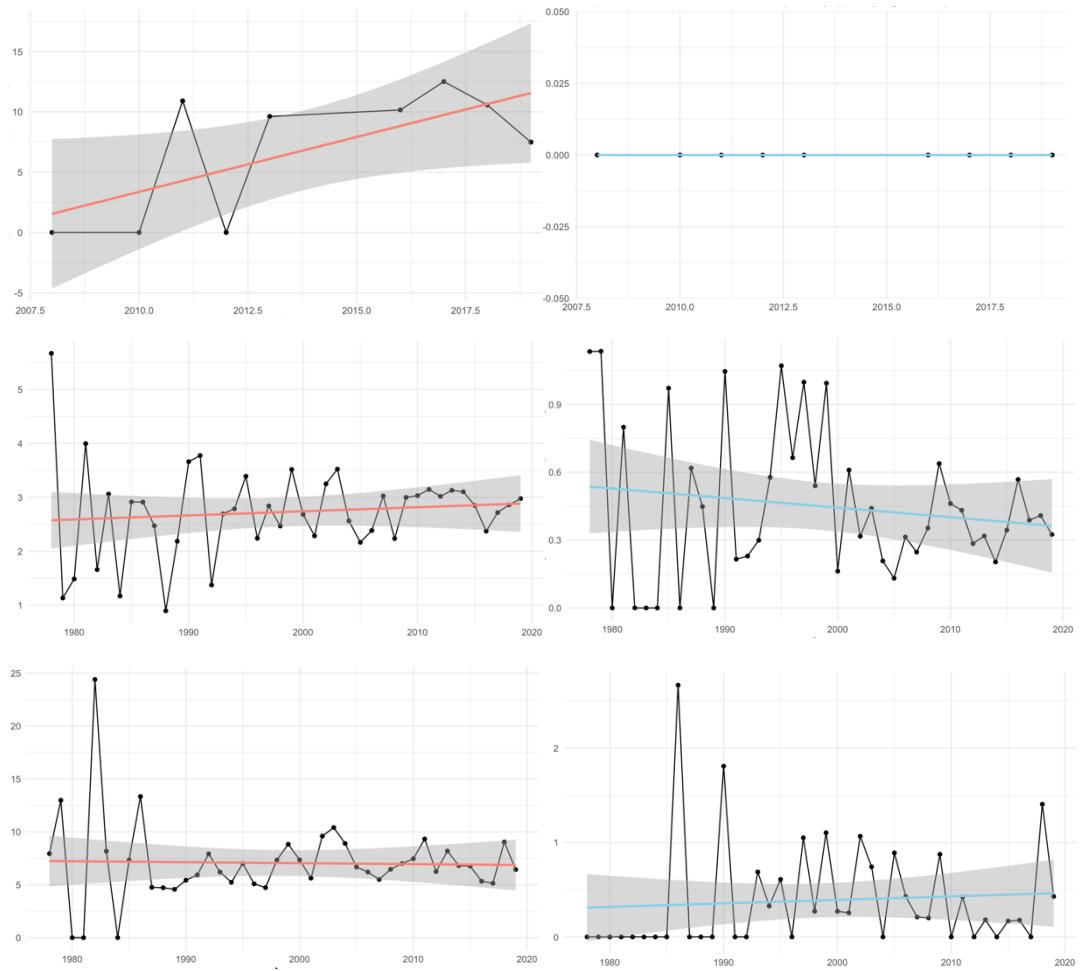


Figura 10. Proporció d'incidència de *walkovers* (esquerra) i *defaults* (dreta) per 1000 partits al llarg dels anys i per nivell de ronda. De dalt a baix, *Qualifying Round*, *Preliminary Round* i *Final Round*.

Finalment, per a rondes classificatòries (*Qualifying Round*), no s'observa cap tendència per a *defaults*, ja que no hi ha registres de *defaults* en aquest nivell de ronda. No obstant, s'observa una clara tendència a l'alça per a la proporció d'incidència de *walkovers* en aquest nivell de ronda al llarg dels anys, augmentant gairebé un punt per any. Cal destacar que la tendència general de *walkovers* en rondes classificatòries només s'observa a partir de l'any 2007.

Per altra banda, si analitzem aquestes tendències en funció del tipus de superfície de la pista al llarg dels anys, també s'observen comportaments diferents (Fig. 11).

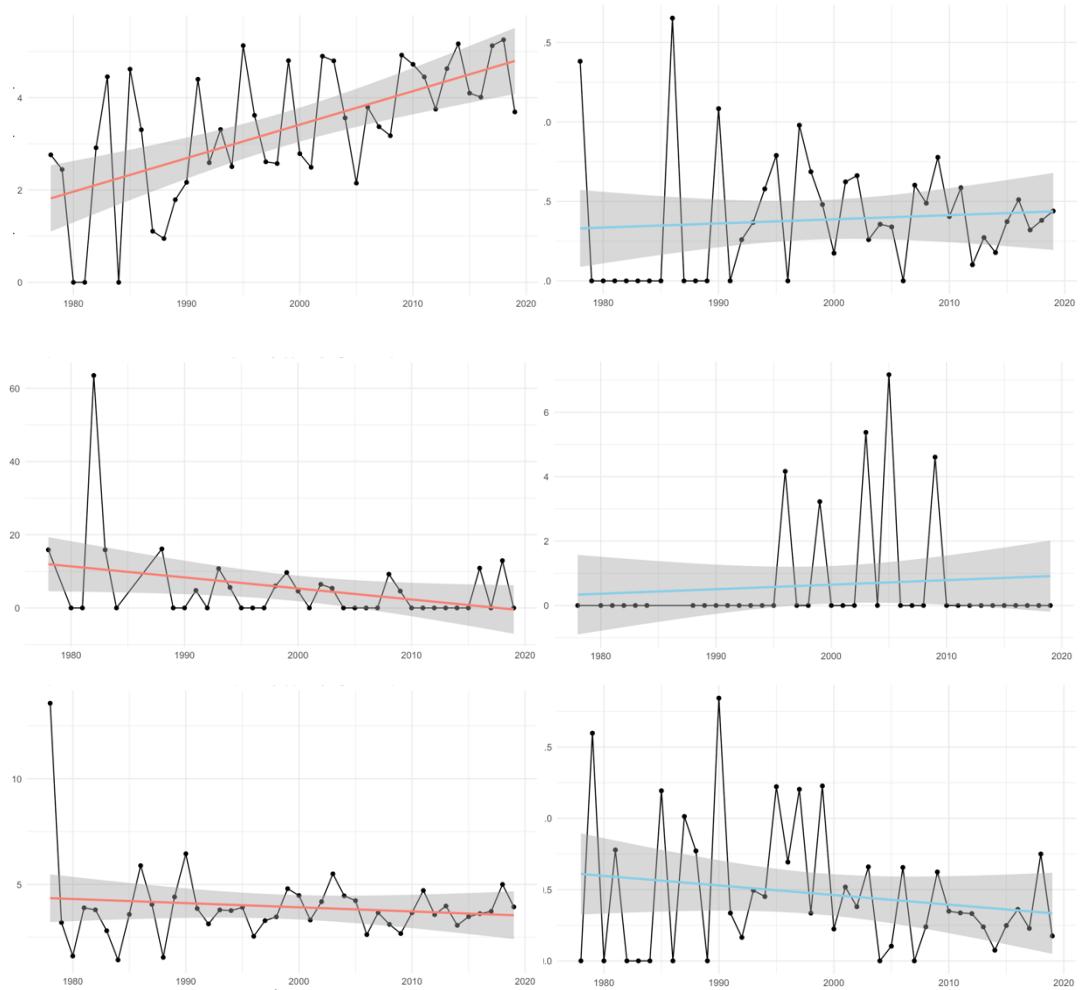


Figura 11. Proporció d'incidència de *walkovers* (esquerra) i *defaults* (dreta) per 1000 partits al llarg dels anys i per tipus de superfície. De dalt a baix, *Hard*, *Grass* i *Clay*.

En primer lloc, destacar una clara tendència general a l'alça en la proporció d'incidència de *walkovers* sobre superfície dura o *hard* en comparació amb els altres dos tipus. De fet, tant les superfícies *grass* com *clay*, presenten tendències generals per als *walkovers* que van lleugerament a la baixa i amb variacions entre pics anuals que fluctuen poc. L'única superfície de joc que presenta tendències baixistes durant aquets anys tant per *walkovers* com per *defaults* és la superfície d'argila o *clay*.

En segon lloc, pel que fa a la tendència general de *defaults* en superfície d'herba o *grass* (Fig. 11), s'observa un lleuger increment sostingut de la incidència de *defaults*, tot i haver-hi molts anys amb 0 registres i l'existència de pics molt notoris entre els anys 1995 i 2010. En darrer lloc, pel que fa a la tendència general de *defaults* en superfície dura o *hard*, s'observa un lleuger increment sostingut de la incidència de *defaults* amb grans fluctuacions entre els pics anuals.

Per últim, si analitzem aquestes tendències en funció de la categoria de torneig al llarg dels anys, es poden observar dos comportaments diferents (Fig. 12).

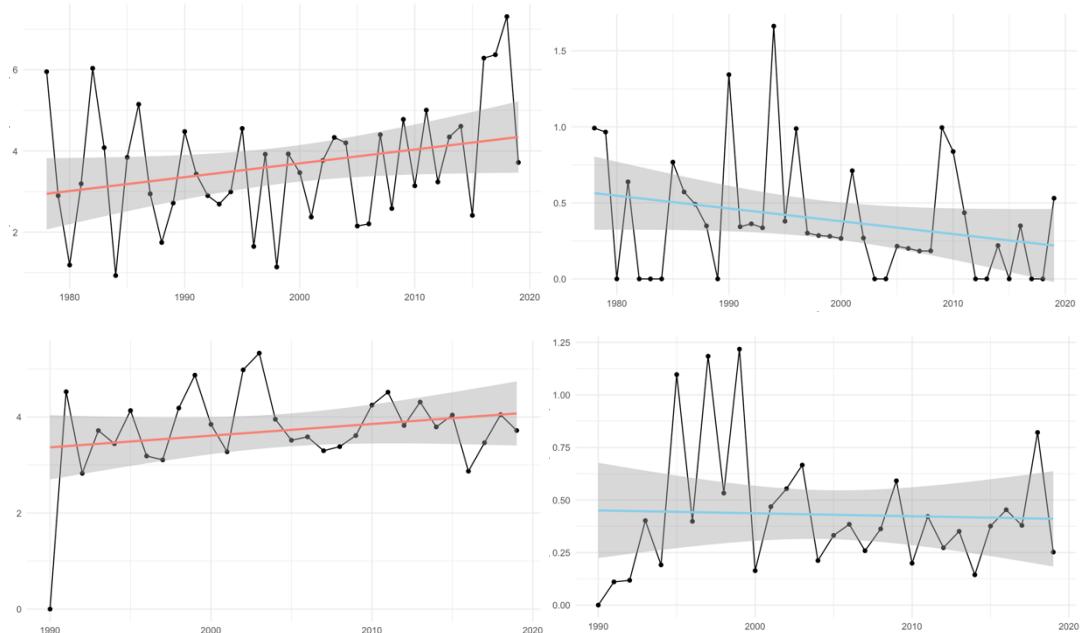


Figura 12. Proporció d'incidència de *walkovers* (esquerra) i *defaults* (dreta) per 1000 partits al llarg dels anys i per categoria de torneig. A dalt ATP Challenger Tour i a baix ITF Men's World Tennis Tour.

En primer lloc, destacar una clara tendència general a l'alça en la proporció d'incidència de *walkovers* tant en la categoria ATP Challenger Tour com en la categoria ITF Men's World Tennis Tour. Per altra banda, s'observa una tendència general de *defaults* clarament a la baixa en la categoria ATP Challenger Tour i una tendència general lleugerament a la baixa en la categoria ITF Men's World Tennis Tour. Les variacions dels pics anuals fluctuen notòriament entre els diferents anys de l'estudi.

En resum, l'anàlisi dels gràfics que representen les tendències generals de la proporció d'incidència de *walkovers* i *defaults* al llarg dels anys registrats, indica que els pics anuals dels *defaults* fluctuen més, mostrant extrems més pronunciats al llarg del temps. En contrast, en la majoria de gràfics, els pics anuals dels *walkovers* tendeixen a estabilitzar-se després de 1995. Aquest patró suggereix que, mentre que els *defaults* presenten una variabilitat més alta amb pics extrems, els *walkovers* mostren una tendència general més constant i menys volàtil en els darrers anys de l'estudi.

A continuació, la taula 8 presenta els resultats de l'anàlisi epidemiològica sobre la incidència de *defaults* en diferents categories de tornejos de tennis, superfícies de joc, nombre de sets disputats i nivells de ronda. Els indicadors principals inclouen la proporció d'incidència (IP), la raó d'incidència acumulada (CIR) i la diferència de risc (RD), juntament amb els seus intervals de confiança del 95%.

En primer lloc, pel que fa a la categoria del torneig, la categoria ATP Challenger Tour presenta 53 *defaults* en 155.846 partits amb una IP de 0,34 per 1000 partits (IC 95%: 0,25 – 0,44), establint-se com el grup de referència amb un CIR d'1. La categoria ITF Men's World Tennis Tour té una IP més alta de 0,44 per 1000 partits (IC 95%: 0,38 – 0,51) amb un CIR de 1,29 (IC 95%: 0,96 – 1,76), cosa que suggereix un 29% més de risc de *defaults*. La RD és 0,1 (IC 95%: -0,01 – 0,21), que no és estadísticament significativa.

Variable	Nº Defaults	Nº Partits	IP (95% CI)	CIR (95% CI)	RD (95% CI)
Tourney Category					
ATP Challenger Tour	53	155.846	0,34 (0,25 – 0,44)	1	0
ITF Men's World Tennis Tour	189	428.960	0,44 (0,38 – 0,51)	1,29 (0,96 – 1,76)	0,1 (-0,01 – 0,21)
Surface					
Hard	99	245.622	0,40 (0,33 – 0,49)	1	0
Grass	6	6.796	0,88 (0,35 – 1,90)	2,19 (0,96 – 4,99)	0,48 (-0,23 – 1,19)
Clay	129	305.007	0,43 (0,35 – 0,50)	1,05 (0,81 – 1,36)	0,02 (0,08 – 0,13)
Carpet	8	27.381	0,29 (0,13 – 0,57)	0,72 (0,35 – 1,49)	-0,11 (-0,33 – 0,1)
Sets					
3	242	584.738	0,41 (0,36 – 0,47)	1	0
5	0	68	0 (0 – 52,8)	-	-
Round Level					
Preliminary	191	444.769	0,43 (0,37 – 0,49)	1	0
Qualifying	0	11.480	0 (0 – 0,32)	-	-
Final	51	128.557	0,39 (0,29 – 0,52)	0,92 (0,68 – 1,26)	-0,04 (-0,16 – 0,09)

Taula 8. Proporció d'incidència (IP), ràtio d'incidència acumulada (CIR), diferència de risc (RD) i els seus corresponents intervals de confiança del 95% (IC del 95%) de *defaults* segons categoria del torneig, superfície de joc, sets disputats i nivell de ronda.

En segon lloc, en quant a la superfície de joc, les superfícies dures o *hard* presenten una IP de 0,40 (IC 95%: 0,33 – 0,49) i serveixen de referència amb un CIR d'1. La superfície d'herba o *grass* mostra la IP més alta de 0,88 (IC 95%: 0,35 – 1,90) i un CIR de 2,19 (IC 95%: 0,96 – 4,99), indicant un risc de més del doble que en superfícies dures, encara que amb un IC ampli que indica incertesa. La RD és 0,48 (IC 95%: -0,23 – 1,19), no és significativa. La superfície de terra batuda o *clay* té una IP de 0,43 (IC 95%: 0,35 – 0,50) i un CIR de 1,05 (IC 95%: 0,81 – 1,36), similar a les superfícies dures, amb una RD de 0,02 (IC 95%: 0,08 – 0,13). La superfície *carpet* mostra la IP més baixa de 0,29 (IC 95%: 0,13 – 0,57) i un CIR de 0,72 (IC 95%: 0,35 – 1,49), amb una RD de -0,11 (IC 95%: -0,33 – 0,1).

En tercer lloc, en relació als sets disputats, els partits a 3 sets presenten 242 *defaults* en 584.738 partits, amb una IP de 0,41 (IC 95%: 0,36 – 0,47), establint-se com a referència amb un CIR d'1. No es van registrar *defaults* en 68 partits a 5 sets, resultant en una IP de 0 (IC 95%: 0 – 52,8), sense CIR ni RD calculats a causa de l'absència d'incidències.

Pel que fa al nivell de ronda, els partits de les rondes preliminars presenten una IP de 0,43 (IC 95%: 0,37 – 0,49) amb un CIR de referència d'1. En els partits de rondes classificatòries, no es van registrar *defaults* en 11.480 partits, resultant en una IP de 0 (IC 95%: 0 – 0,32), sense CIR ni RD calculats. Els partits disputats en rondes finals mostren una IP de 0,39 (IC 95%: 0,29 – 0,52) amb un CIR de 0,92 (IC 95%: 0,68 – 1,26) i una RD de -0,04 (IC 95%: -0,16 – 0,09), la qual cosa indica una incidència lleugerament inferior però no significativa en comparació amb les rondes preliminars.

En resum, les dades mostren que la incidència de *defaults* és generalment baixa en totes les categories i superfícies, però amb algunes diferències notables. Els tornejos de l'ITF Men's World Tennis Tour tenen una incidència més alta que els de l'ATP Challenger Tour. Les superfícies d'herba presenten un risc més alt de *defaults* en comparació amb les superfícies dures, mentre que la superfície *Carpet* té el risc més baix. Els partits a 5 sets no tenen incidències de *defaults* registrades. En termes de

nivell de ronda, les rondes preliminars tenen una incidència lleugerament superior a les rondes finals, però la diferència no és significativa.

D'altra banda, la taula 9 presenta els resultats de l'anàlisi epidemiològica sobre la incidència de *walkovers* en diferents categories de tornejos de tennis, superfícies de joc, nombre de sets disputats i nivells de ronda. Els indicadors principals inclouen la proporció d'incidència (IP), la raó d'incidència acumulada (CIR) i la diferència de risc (RD), juntament amb els seus intervals de confiança del 95%.

En primer lloc, analitzant la categoria del torneig, s'observa que l'ATP Challenger Tour té una proporció d'incidència (IP) de *walkovers* de 3,94 (IC 95%: 3,64 – 4,27) amb un CIR de referència d'1. En canvi, la categoria ITF Men's World Tennis Tour presenta una IP de 3,84 (IC 95%: 3,66 – 4,03), amb un CIR de 0,97 (IC 95%: 0,89 – 1,07) i una RD de -0,1 (IC 95%: -0,46 – 0,26), indicant una incidència lleugerament inferior però no significativa en comparació amb la categoria ATP Challenger Tour.

Pel que fa a la superfície de joc, els partits jugats en pista dura tenen una IP de 3,95 (IC 95%: 3,70 – 4,20), que serveix com a referència amb un CIR d'1. Les pistes d'herba tenen una IP de 3,97 (IC 95%: 2,62 – 5,55) amb un CIR d'1 (IC 95%: 0,68 – 1,47) i una RD de 0,02 (IC 95%: -1,49 – 1,54), mostrant una incidència similar a les pistes dures. Les pistes de terra batuda o *clay* presenten una IP de 3,77 (IC 95%: 3,55 – 3,98) amb un CIR de 0,95 (IC 95%: 0,87 – 1,04) i una RD de -0,18 (IC 95%: -0,51 – 0,15), indicant una lleugera però no significativa menor incidència. Les superfícies *carpet* tenen una IP de 4,27 (IC 95%: 3,55 – 5,10), amb un CIR de 1,08 (IC 95%: 0,89 – 1,31) i una RD de 0,32 (IC 95%: -0,48 – 1,13), mostrant una tendència lleugerament superior però no significativa.

Pel que fa al nombre de sets disputats, els partits a 3 sets presenten una IP de 3,86 (IC 95%: 3,70 – 4,02) amb un CIR de referència d'1. En canvi, els partits a 5 sets tenen una IP de 29,41 (IC 95%: 3,58 – 102,2), amb un CIR de 7,6 (IC 95%: 1,94 – 29,81) i una RD de 25,54 (IC 95%: -14,61 – 65,7), mostrant una incidència molt més alta, tot i que amb una àmplia variabilitat deguda al baix nombre de partits analitzats.

Variable	Nº W/O	Nº Partits	IP (95% CI)	CIR (95% CI)	RD (95% CI)
Tourney Category					
ATP Challenger Tour	615	155.846	3,94 (3,64 – 4,27)	1	0
ITF Men's World Tennis Tour	1.648	428.960	3,84 (3,66 – 4,03)	0,97 (0,89 – 1,07)	-0,1 (-0,46 – 0,26)
Surface					
Hard	970	245.622	3,95 (3,70 – 4,20)	1	0
Grass	27	6.796	3,97 (2,62 – 5,55)	1 (0,68 – 1,47)	0,02 (-1,49 – 1,54)
Clay	1149	305.007	3,77 (3,55 – 3,98)	0,95 (0,87 – 1,04)	-0,18 (-0,51 – 0,15)
Carpet	117	27.381	4,27 (3,55 – 5,10)	1,08 (0,89 – 1,31)	0,32 (-0,48 – 1,13)
Sets					
3	2.261	584.738	3,86 (3,70 – 4,02)	1	0
5	2	68	29,41 (3,58 – 102,2)	7,6 (1,94 – 29,81)	25,54 (-14,61 – 65,7)
Round Level					
Preliminary	1.247	444.769	2,80 (2,65 – 2,96)	1	0
Qualifying	119	11.480	10,36 (8,66 – 12,39)	3,7 (3,06 – 4,46)	7,56 (5,7 – 9,42)
Final	897	128.557	6,97 (6,52 – 7,44)	2,49 (2,28 – 2,71)	4,17 (3,69 – 4,65)

Taula 9. Proporció d'incidència (IP), ràtio d'incidència acumulada (CIR), diferència de risc (RD) i els seus corresponents intervals de confiança del 95% (IC del 95%) de walkovers segons categoria del torneig, superfície de joc, sets disputats i nivell de ronda.

Pel que fa al nivell de ronda, els partits de les rondes preliminars tenen una IP de 2,80 (IC 95%: 2,65 – 2,96) amb un CIR de referència d'1. En els partits de classificació, es va registrar una IP de 10,36 (IC 95%: 8,66 – 12,39), amb un CIR de 3,7 (IC 95%: 3,06 – 4,46) i una RD de 7,56 (IC 95%: 5,7 – 9,42), indicant una incidència significativament més alta. Els partits de la ronda final mostren una IP de 6,97 (IC 95%: 6,52 – 7,44) amb un CIR de 2,49 (IC 95%: 2,28 – 2,71) i una RD de 4,17 (IC 95%: 3,69 – 4,65), indicant també una incidència superior respecte a les rondes preliminars.

En resum, les dades mostren que la incidència de *walkovers* varia segons la categoria del torneig, la superfície de joc, el nombre de sets disputats i el nivell de ronda. Els tornejos de l'ATP Challenger Tour i l'ITF Men's World Tennis Tour tenen incidències similars. Les superfícies d'herba i carpet presenten una tendència lleugerament superior, mentre que les pistes de terra batuda tenen una incidència lleugerament inferior. Els partits a 5 sets mostren una incidència molt més alta, encara que amb gran variabilitat. Les rondes classificatòries i finals tenen una incidència significativament superior als partits de les rondes preliminars.

Comparant ambdós anàlisis, es poden observar tant similituds com diferències importants que proporcionen una visió integral de la incidència d'aquests fenòmens en els tornejos de tennis. Pel que fa a les similituds, ambdues anàlisis mostren que els partits disputats en rondes finals i de classificació tendeixen a tenir una incidència més alta comparada amb les rondes preliminars. Això suggereix que tant els *defaults* com els *walkovers* són més probables en etapes crítiques del torneig, on els jugadors podrien estar més fatigats o sota més pressió. També, les superfícies d'herba i carpet presenten una incidència lleugerament superior tant per *defaults* com per *walkovers*, tot i que les diferències no són gaire significatives.

En termes de diferències, s'observa clarament que els *defaults* són menys freqüents en general que els *walkovers*, com demostren les proporcions d'incidència més baixes. A més, la distribució temporal dels *defaults* mostra una tendència decreixent, mentre que la dels *walkovers* han augmentat de manera sostinguda al llarg dels anys. Això podria

indicar que les mesures adoptades per reduir els *defaults* han estat més efectives. També és destacable que, en termes de sets, els partits a 5 sets tenen una incidència desproporcionadament alta de *walkovers* en comparació amb els partits a 3 sets, mentre que en l'anàlisi de *defaults*, no hi ha prou dades per avaluar els partits a 5 sets. Això podria suggerir que la durada i intensitat del partit influeixen més en la decisió d'un jugador de no presentar-se que en ser desqualificat o retirar-se per un *default*.

Finalment, en aquest últim apartat, s'han realitzat les corbes de supervivència dels partits de tennis tant per *walkovers* com per *defaults* al llarg del temps. Mitjançant l'anàlisi de les dades recollides des de 1978 fins al 2019, examinarem com varia la probabilitat de que succeeixin aquests esdeveniments, mostrant les tendències i patrons observats al llarg dels anys. Aquesta anàlisi proporcionarà una visió detallada sobre com la freqüència i la probabilitat d'aquests incidents han evolucionat en el món del tennis professional durant aquest període de temps extens.

En primer lloc, pel que fa a la supervivència de partits per *walkover* (Fig. 13), es pot observar una clara tendència en la corba de supervivència de *walkovers* des de 1990. La probabilitat de que un partit no acabi en *walkover* disminueix progressivament des d'aquest període fins arribar a un valor de 0,985 al 2019. Això indica que, amb el temps, és més probable que els partits acabin amb *walkover* en comparació amb anys anteriors.

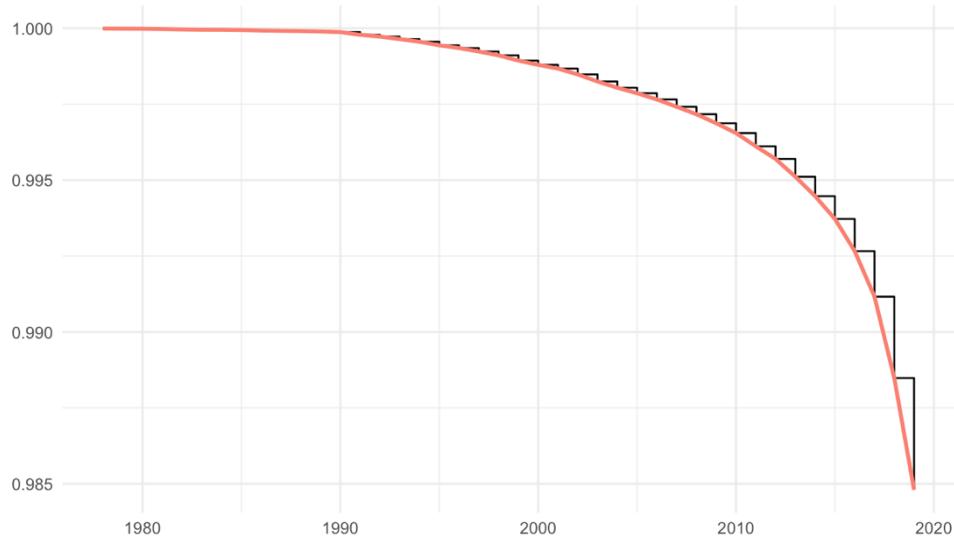


Figura 13. Probabilitat de supervivència dels partits de tennis disputats al *walkover* entre 1978 i 2019.

Aquesta tendència pot ser explicada pel notable augment en el nombre total de partits disputats per any des de 1990. A mesura que el circuit de tennis professional s'ha expandit i s'han incorporat més tornejos i jugadors, s'ha creat una dinàmica on el nombre total de partits disputats també ha augmentat. Això, a la vegada, ofereix més oportunitats per a que ocorrin circumstàncies que portin a un *walkover*, com ara lesions dels jugadors, retirades abans del partit o decisions estratègiques. De la mateixa manera, els resultats obtinguts confirmen que la proporció d'incidència de *walkovers* al llarg d'aquells anys ha anat augmentant de forma gradual i constant, fent la que probabilitat de que un partit acabi per *walkover* augmenti lleugerament en comparació a anys enrere.

Així doncs, la relació entre l'augment del nombre total de partits i la tendència creixent de *walkovers* és clara. La creixent activitat en el circuit incrementa la probabilitat global de que alguns partits acabin de manera prematura per *walkover*, com ho reflecteix la corba de supervivència. Aquesta combinació de factors il·lustra com les dinàmiques en el món del tennis professional han evolucionat durant les últimes dècades, afectant la freqüència i la incidència d'aquests esdeveniments en els partits de tennis.

En segon lloc, pel que fa a la supervivència de partits per *default* (Fig. 14), es pot observar una tendència interessant en la corba de supervivència de *default* des de 1995. Iniciant el 1978 amb una probabilitat de supervivència del 100%, la corba mostra una lleugera però constant disminució en la probabilitat de no *defaults* fins arribar a aproximadament 0.9985 el 2019. Això indica que, amb el pas dels anys, la probabilitat que succeeixi un *default* s'ha mantingut generalment baixa i estable, encara que lleugerament major que a l'inici del període analitzat.

Per tant, la probabilitat de que un partit no acabi en *default* disminueix progressivament indicant que, amb el temps, és una mica més probable que els partits acabin amb *default* en comparació amb anys anteriors. És important notar que encara que la proporció d'incidència de *defaults* ha mostrat una tendència a la baixa, la corba de supervivència reflecteix la probabilitat acumulada que passi un *default* en funció del temps des de

l'inici de l'estudi. Això pot interpretar-se com que, malgrat una menor freqüència relativa de defaults per any a partir de l'any 2000, la probabilitat acumulada que un *default* succeeixi durant un partit en un any donat no ha variat de manera significativa, mantenint-se en nivells propers al màxim històric observat a l'inici del període estudiat.

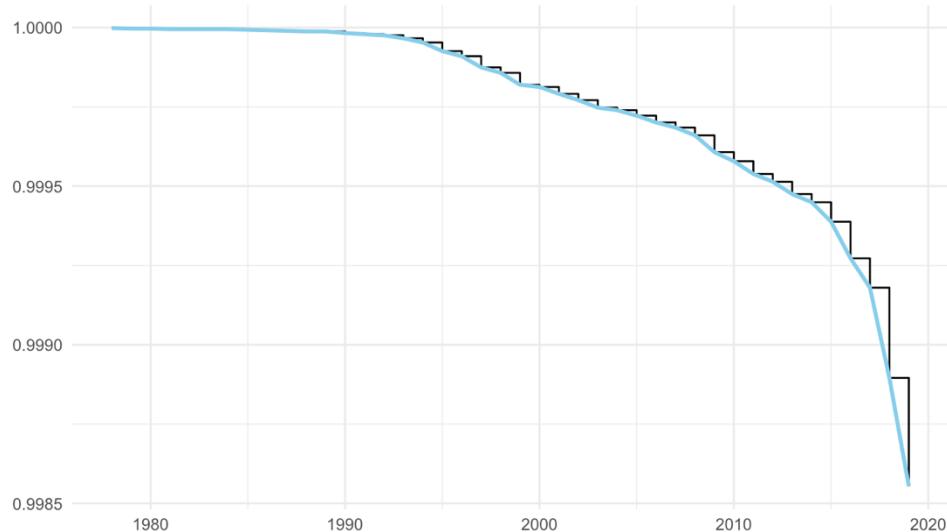


Figura 14. Probabilitat de supervivència dels partits de tennis disputats al *default* entre 1978 i 2019.

D'altra banda, també s'ha realitzat una anàlisi de supervivència en *defaults* en funció del total de jocs disputats per tal de trobar algun patró o comportament que ens indiqui si existeix algun moment del partit on és més probable que succeeixi un *default*. Per fer-ho, s'ha utilitzat la variable *games* com a mesura de temps, ja que representa el progrés del partit abans que succeeixi un *default*. Al utilitzar el nombre total de jocs completats com a mesura de temps, es pot avaluar en quin punt del partit és més probable que succeeixi un *default*. A continuació es mostra un gràfic de barres de la freqüència de *defaults* en funció del nombre de jocs completats (Fig. 15).

Sembla que hi ha una concentració de partits que van acabar en *default* en un rang particular de jocs completats, especialment entre 10 i 22 jocs. El valor mig del total de jocs disputats fins que succeeix el *default* és de 15,71. La mediana indica que la meitat dels *defaults* succeeixen abans del joc número 16 del partit i l'altra meitat després. Existeix una

variabilitat significativa en el total de jocs on es produeix un *default*, tal i com indica la variància (61,71) i la desviació estàndard (7,85).

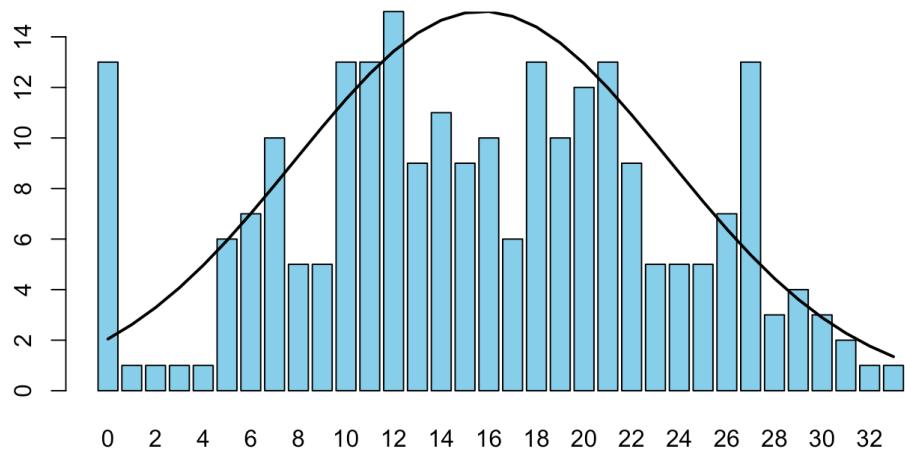


Figura 15. Freqüència de *defaults* en funció del nombre total de jocs completats.

Aquesta troballa suggereix que hi podria haver certs patrons o circumstàncies específiques durant aquests jocs que augmentin la probabilitat que un partit acabi en *default*. De fet, els resultats de la prova de chi-quadrat que s'ha realitzat per avaluar l'associació entre el nombre de jocs disputats fins al *default* i la freqüència d'aquells, ens porten a interpretar el següent.

En primer lloc, la prova de chi-quadrat ha mostrat un valor de p significativament baix ($p\text{-value} = 1.182\text{e-}07$), la qual cosa indica que hi ha una associació significativa entre el nombre de jocs disputats i l'ocurrència de *defaults* a els partits de tennis. En altres paraules, la freqüència de *defaults* no és uniforme al llarg dels jocs disputats, sinó que varia significativament.

En segon lloc, encara que la prova de chi-quadrat no ens diu directament en quin moment específic del partit succeeixen els *defaults* amb més freqüència (per exemple, al principi, a la meitat o al final del partit), sí que ens indica que hi ha una distribució no uniforme. Això significa que hi ha jocs disputats on és més probable que passi un *default* en comparació amb altres.

En conclusió, la prova de chi-quadrat ens permet afirmar que l'ocurrència de *defaults* no és aleatòria al llarg dels jocs disputats en un partit de tennis, sinó que hi ha moments específics del partit on és més probable que passi un *default* en comparació amb altres moments.

A continuació es mostra el gràfic de supervivència d'un partit al *default* (Fig. 16). Es pot observar que, arribats al joc número 10 del partit, la probabilitat de que hagi succeït un *default* és del 20% aproximadament. En canvi, arribats al joc número 20 del partit, la probabilitat que s'hagi donat un *default* és del 60%.

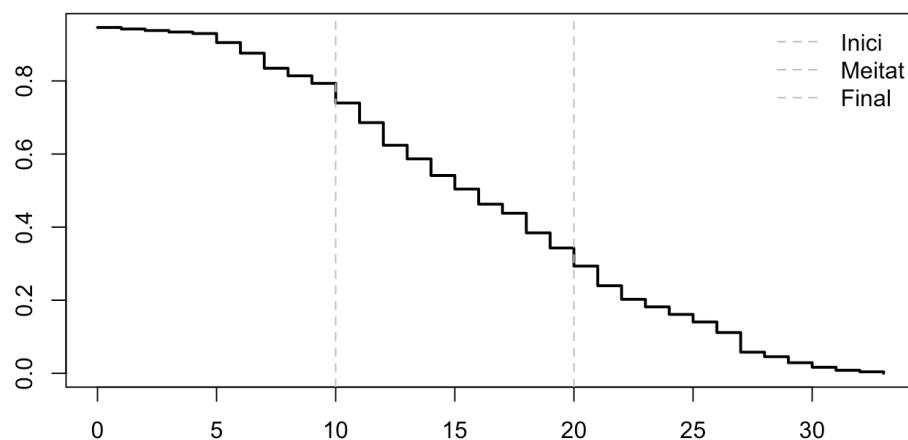


Figura 16. Probabilitat de supervivència dels partits de tennis disputats al *default* entre 1978 i 2019.

Finalment, s'observa que la probabilitat de supervivència en arribar als 15 jocs des de l'inici del partit és del 50%. En altres paraules, per als partits que van acabar en *default*, hi ha una probabilitat del 50% que el *default* es doni abans d'arribar als 15 jocs. Aquest punt és un indicador clau que mostra quan és més probable que passi el *default* durant el transcurs d'un partit de tennis. De fet, podríem considerar que els moments més probables perquè es doni un *default* podrien estar concentrats cap a la meitat o cap al final del partit, on la tensió competitiva i la fatiga podrien jugar un paper crucial en el jugador.

Per últim, atès que els *walkovers* representen una situació en què un dels jugadors no participa al partit i, per tant, el joc no es duu a terme (*games* = 0), aquesta anàlisi de supervivència no seria apropiada en aquest cas.

d. Anàlisi multivariable

En aquest últim apartat, s'ha realitzat una anàlisi de regressió logística per investigar els factors associats amb l'ocurrència de *walkovers* i *defaults* en els partits de tennis ja que és una tècnica adequada per modelar esdeveniments binaris, com és el cas. Els models que es presenten permeten estimar la probabilitat d'ocurrència d'aquests esdeveniments en funció de diverses variables explicatives, proporcionant una anàlisi robusta i interpretacions clares sobre com cada factor contribueix a la probabilitat de que un partit acabi en *walkover* o *default*. Entre aquestes variables s'inclouen la categoria del torneig, la superfície de la pista, el nombre de sets jugats, la ronda del torneig, la diferència d'edat entre els jugadors i la diferència al rànquing. Aquesta anàlisi multivariable proporciona una comprensió més profunda dels factors clau que influeixen en aquests resultats inesperats als partits de tennis.

Començarem analitzant el model de regressió logística obtingut per a la probabilitat de l'ocurrència de *walkovers* (Fig. 17) en partits de tennis de tornejos ATP Previous Tour disputats entre 1978 i 2019.

```
Call:  
glm(formula = Walkover_numeric ~ tourney_category + year + surface +  
    best_of + round_level + dif_age + dif_rank, family = binomial(link = "logit"),  
    data = atp_final)  
  
Coefficients:  
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)  
(Intercept) -1.406e+01 5.990e+00 -2.347 0.01892 *  
tourney_categoryITF Men's World Tennis Tour 1.706e-01 5.388e-02 3.166 0.00154 **  
year 3.391e-03 2.865e-03 1.184 0.23658  
surfaceClay -1.476e-01 1.057e-01 -1.397 0.16247  
surfaceGrass -1.516e-01 2.410e-01 -0.629 0.52920  
surfaceHard -8.276e-02 1.069e-01 -0.774 0.43901  
best_of 7.612e-01 5.061e-01 1.504 0.13260  
round_levelPreliminary Round -7.765e-01 4.775e-02 -16.264 < 2e-16 ***  
round_levelQualifying Round 5.405e-01 1.219e-01 4.436 9.18e-06 ***  
dif_age -3.414e-02 4.907e-03 -6.957 3.48e-12 ***  
dif_rank 5.993e-04 5.959e-05 10.057 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)  
  
Null deviance: 24483 on 456790 degrees of freedom  
Residual deviance: 23939 on 456780 degrees of freedom  
(128015 observations deleted due to missingness)  
AIC: 23961  
  
Number of Fisher Scoring iterations: 8
```

Figura 17. Resultats del model de regressió logística per a la probabilitat d'ocurrència de *walkover* en partits de tennis.

En primer lloc, pel que fa a les variables categòriques, la categoria de torneig ITF Men's World Tennis Tour té una relació positiva i significativa amb la probabilitat de *walkover*. Això implica que els tornejos d'aquesta categoria tenen una major probabilitat de *walkover* en comparació amb la categoria de referència (ATP Challenger Tour). D'altra banda, jugar en rondes preliminars està associat amb una reducció significativa en la probabilitat de *walkover* en comparació amb la ronda de referència (Final Round). En canvi, la probabilitat de *walkover* augmenta significativament en rondes classificatòries. Finalment, jugar sobre superfícies de terra batuda o *clay* està associat amb una reducció en la probabilitat de *walkover* en comparació amb la superfície de referència (*Carpet*), però aquesta relació no és estadísticament significativa. De la mateixa manera, jugar sobre superfícies d'herba o *grass* està associat amb una reducció en la probabilitat de *walkover* encara que aquesta relació no és estadísticament significativa. En darrer lloc, jugar sobre superfícies dures o *hard* està associat amb una reducció en la probabilitat de *walkover* encara que aquesta relació tampoc és estadísticament significativa.

Pel que fa a les variables contínues, una major diferència d'edat entre els jugadors està associat amb una reducció significativa en la probabilitat de *walkover*. Això suggereix que a mesura que la diferència d'edats entre els jugadors disminueix, la probabilitat d'un *walkover* augmenta. En contrast, una major diferència de rànquing entre els jugadors s'associa amb un augment significatiu en la probabilitat de *walkover*. Això suggereix que a mesura que la diferència de rànquing entre els dos jugadors augmenta, la probabilitat d'un *walkover* augmenta.

En resum, les variables significatives que afecten la probabilitat d'ocurrència d'un *walkover* són la categoria del torneig, el nivell de ronda del torneig, la diferència d'edat i la diferència de rànquing. Les superfícies de la pista i el format de sets, 3 o 5, no mostren una relació significativa amb la probabilitat de *walkover* en aquest model. L'any en què es va disputar el partit tampoc mostra una relació significativa. El valor de la deviança residual del model i l'AIC indiquen un ajust raonable del model amb les dades. A continuació es mostra el resum del model de regressió logística ajustat (Fig. 18) per a la probabilitat de *walkover*.

```

Call:
glm(formula = Walkover_numeric ~ tourney_category + round_level +
    dif_age + dif_rank, family = binomial(link = "logit"), data = atp_final)

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)                         -5.088e+00  5.406e-02 -94.111 < 2e-16 ***
tourney_categoryITF Men's World Tennis Tour 1.754e-01  5.320e-02   3.296 0.000981 ***
round_levelPreliminary Round      -7.755e-01  4.774e-02  -16.245 < 2e-16 ***
round_levelQualifying Round       5.784e-01  1.169e-01   4.947 7.53e-07 ***
dif_age                            -3.424e-02  4.917e-03  -6.965 3.28e-12 ***
dif_rank                           5.989e-04  5.977e-05  10.020 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 24483 on 456790 degrees of freedom
Residual deviance: 23945 on 456785 degrees of freedom
(128015 observations deleted due to missingness)
AIC: 23957

Number of Fisher Scoring iterations: 8

```

Figura 18. Resultats del model de regressió logística ajustat per a la probabilitat d'ocurrència de walkover en partits de tennis.

Per una banda, el model sense ajust té una deviança residual de 23939, mentre que el model ajustat té una deviança residual lleugerament més gran de 23945. Això indica que el model ajustat pot tenir un ajust lleugerament pitjor a les dades observades en comparació amb el model sense ajust. L'AIC del model sense ajust és de 23961, mentre que l'AIC del model ajustat és de 23957 (Fig. 18). Tot i que la diferència en els valors d'AIC és petita, l'AIC del model ajustat és lleugerament més baix. Això suggereix que el model ajustat proporciona un millor equilibri entre l'ajust del model i la seva complexitat en comparació amb el model sense ajust. En resum, tot i que la deviança residual del model ajustat és lleugerament més gran que la del model sense ajust, l'AIC més baix del model ajustat indica que aquest últim és preferible a causa de la seva millor capacitat de generalització i d'ajust més adequat a les dades observades.

D'altra banda, per a comparar ambdós models, s'ha realitzat la prova d'hipòtesis utilitzant el *Likelihood Ratio Test*. S'ha obtingut un *p-value* de 0,32, el qual indica que no hi ha prou evidència per rebutjar la hipòtesi nul·la. Això suggereix que el model més complex no proporciona una millora significativa en l'ajust de les dades en comparació amb el model ajustat. En altres paraules, ambdós models no difereixen significativament entre si i, per tant, podem quedar-nos amb el model reduït que no inclou

les variables *year*, *surface* i *best_of*, ja que no hi ha evidència suficient per demostrar que aquestes variables siguin necessàries per a la predicció de *walkover*.

A continuació, s'analitzarà el model de regressió logística obtingut per a la probabilitat de l'ocurrència de *defaults* (Fig. 19) en partits de tennis de tornejos ATP Previous Tour disputats entre 1978 i 2019.

```

Call:
glm(formula = Default_numeric ~ tourney_category + games + year +
    surface + best_of + round_level + dif_age + dif_rank, family = binomial(link = "logit"),
    data = na.omit(atp_final))

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)                         6.813e+01  5.168e+03   0.013  0.98948
tourney_categoryITF Men's World Tennis Tour 2.728e-01  1.666e-01   1.638  0.10145
games                               -1.460e-01  1.024e-02  -14.260 < 2e-16 ***
year                                -2.669e-02  8.317e-03  -3.209  0.00133 **
surfaceClay                          5.172e-01  4.209e-01   1.229  0.21916
surfaceGrass                          1.231e+00  6.475e-01   1.901  0.05724 .
surfaceHard                           5.866e-01  4.246e-01   1.381  0.16716
best_of                              -6.781e+00  1.723e+03  -0.004  0.99686
round_levelPreliminary Round        1.595e-01  1.644e-01   0.970  0.33200
round_levelQualifying Round         -1.323e+01  2.868e+02  -0.046  0.96322
dif_age                             -8.878e-03  1.531e-02  -0.580  0.56210
dif_rank                            8.441e-04  1.708e-04   4.943 7.71e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 3539.7  on 456783  degrees of freedom
Residual deviance: 3314.5  on 456772  degrees of freedom
AIC: 3338.5

Number of Fisher Scoring iterations: 20

```

Figura 19. Resultats del model de regressió logística per a la probabilitat d'ocurrència de *defaults* en partits de tennis.

En primer lloc, pel que fa a les variables categòriques, la categoria de torneig ITF Men's World Tennis Tour mostra una relació positiva però no significativa amb la probabilitat de *default* en comparació amb la categoria de referència (ATP Challenger Tour). Pel que fa a l'any, es mostra una relació negativa i significativa, suggerint que a mesura que l'any augmenta, la probabilitat de *default* disminueix. Les superfícies de joc (terra batuda, herba i superfície dura), el format de sets, 3 o 5, i el nivell de ronda, no mostren una relació significativa amb la probabilitat de *default*.

Pel que fa a les variables contínues, la diferència de rànquing entre els jugadors està associada a un augment significatiu en la probabilitat de *default*. Això suggereix que a mesura que la diferència de rànquing entre els dos jugadors augmenta, la probabilitat d'un *default* augmenta. En quant al total de jocs disputats, es mostra una relació negativa i significativa amb la probabilitat de *default*. En canvi, la diferència d'edat no mostra una relació significativa.

En resum, les variables significatives que afecten la probabilitat de *default* són el total de jocs disputats i l'any del partit. La diferència de rànquing també té un impacte significatiu en la probabilitat de *default*, mentre que la diferència d'edat no mostra una relació significativa. La deviança residual i l'AIC indiquen un ajust raonable del model als dades. A continuació es mostra el resum del model de regressió logística ajustat (Fig. 20) per a la probabilitat de *default*.

```

Call:
glm(formula = Default_numeric ~ tourney_category + games + year +
    dif_rank, family = binomial(link = "logit"), data = na.omit(atp_final))

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)                         50.9719812 16.3799235   3.112 0.001859 **
tourney_categoryITF Men's World Tennis Tour 0.3065604  0.1646396   1.862 0.062602 .
games                               -0.1454110  0.0101679 -14.301 < 2e-16 ***
year                                -0.0279737  0.0081760  -3.421 0.000623 ***
dif_rank                            0.0008599  0.0001665   5.166 2.39e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 3539.7 on 456783 degrees of freedom
Residual deviance: 3325.1 on 456779 degrees of freedom
AIC: 3335.1

Number of Fisher Scoring iterations: 11

```

Figura 20. Resultats del model de regressió logística ajustat per a la probabilitat d'ocurrència de *defaults* en partits de tennis.

En primer lloc, comparant el model sense ajust amb el model ajustat, observem que la deviança residual del model sense ajust és de 3314,5 mentre que la deviança residual del model ajustat és lleugerament superior, amb un valor de 3325,1. Això suggereix que el model ajustat pot presentar un ajustament una mica més pobre a les dades observades en comparació amb el model sense ajust. Pel que fa a l'AIC, el model sense

ajust té un valor de 3338,5 mentre que el model ajustat presenta un AIC lleugerament més baix, amb un valor de 3335,1. Encara que la diferència en els valors d'AIC és petita, el model ajustat sembla proporcionar un millor equilibri entre l'ajust del model i la seva complexitat, indicant una millor capacitat de generalització i ajust més adequat a les dades observades.

En segon lloc, en relació amb la prova d'hipòtesi utilitzant el *Likelihood Ratio Test*, s'ha obtingut un *p-value* de 0,16. Aquest valor indica que no hi ha prou evidència per rebutjar la hipòtesi nul·la, suggerint que el model més complex no ofereix una millora significativa en l'ajust de les dades en comparació amb el model ajustat. En altres paraules, no es pot afirmar que hi hagi diferències significatives entre els dos models, i per tant, podríem preferir el model reduït, ja que no es disposa de suficient evidència per demostrar que les variables addicionals són necessàries per a la predicció dels *defaults*.

Per concloure aquest apartat, s'ha demostrat que algunes variables tenen un paper destacat en la predicció d'ambdós esdeveniments. Pel que fa als *walkovers*, les variables que s'han identificat com a millors predictors són la categoria del torneig, el nivell de ronda del torneig, la diferència d'edat entre els jugadors i la diferència de punts al rànquing ATP. D'altra banda, pel que fa als *defaults*, les variables rellevants són la categoria del torneig, el total de jocs disputats, l'any del partit i la diferència de punts al rànquing ATP entre els jugadors. Tot i que s'ha realitzat un ànalisi exhaustiu, encara hi ha aspectes a considerar per a futures investigacions, com l'exploració de noves variables i l'ampliació dels períodes temporals analitzats. En conclusió, aquests ànàlisis proporcionen una comprensió més profunda dels factors que influeixen en l'ocurrència de *walkovers* i *defaults* en partits de tennis, obrint la porta a futures investigacions en aquest àmbit.

6) Conclusions

Aquest estudi ha abordat de manera exhaustiva l'anàlisi del patró epidemiològic dels *walkovers* i *defaults* en tornejos de tennis ATP Previous Tour. Mitjançant l'anàlisi dels registres històrics oficials que abasten des de 1978 fins al 2019, s'han identificat factors clau que influeixen l'ocurrència d'aquests esdeveniments, aportant una comprensió més profunda. A continuació es presenten les conclusions generals, així com la descripció del patró epidemiològic per a cada esdeveniment.

En primer lloc, hi ha una major presència i abast de tornejos Futures en el panorama del tennis professional que de tornejos Challenger, proporcionant més oportunitats als jugadors emergents per acumular experiència i punts de rànquing. Les superfícies més comunes són *clay* (52,15%) i *hard* (42%), seguides de *carpet* (4,68%) i *grass* (1,16%). El 96,26% dels partits disputats es completen amb èxit. Les retirades per lesió són la causa més comuna per la qual un partit no és completa (88,44%), seguit pels *walkovers* (10,36%) i, en menor mesura, pels *defaults* (1,11%). En segon lloc, les anàlisis dels dos patrons epidemiològics de *walkovers* i *defaults* en tornejos de tennis ATP Previous Tour revelen diverses tendències significatives.

Patró epidemiològic dels walkovers

La proporció d'incidència de *walkovers* ha augmentat de forma gradual i constant al llarg dels anys de l'estudi, mostrant una tendència creixent sostinguda amb fluctuacions més estables. En conseqüència, la probabilitat que un partit acabi en *walkover* augmenta progressivament al llarg dels anys, probablement influenciat per una major activitat en el circuit professional observada des de 1990.

L'ocurrència de *walkovers* s'associa de forma significativa amb les categories de torneig, encara que ambdues mostren proporcions d'incidència semblants i una tendència general a l'alça, els partits de la categoria ITF Men's World Tennis Tour presenten una major probabilitat d'acabar per *walkover*, el qual es pot associar als recursos econòmics més

limitats de què disposen els jugadors joves, com ara un menor accés a fisioterapeutes, entrenadors i suport mèdic necessari per prevenir lesions.

Per altra banda, aquests tornejos són menys importants i els punts de classificació i els premis econòmics en tornejos Futures poden no suposar una gran motivació com per arriscar la salut i empitjorar una lesió, així com pot haver-hi un nivell de competència més desigual on el jugadors menys favorits optin per retirar-se si senten que tenen poques possibilitats de guanyar. Per últim, en la categoria Futures, competeixen jugadors joves i menys experimentats, els quals són més propensos a lesions.

D'altra banda, l'ocurrència de *walkovers* no s'associa amb el tipus de superfícies, les quals presenten tendències lleugerament a la baixa en *grass* i *clay*, i clarament a l'alça en *hard*.

A més a més, s'associa significativament l'ocurrència de *walkovers* amb el nivell de ronda del torneig. La major probabilitat s'observa principalment en les rondes classificatòries, la qual mostra una tendència general alcista en els darrers anys, seguit de les rondes preliminars i les rondes finals, ambdues mantenint la tendència al llarg dels anys. Aquest patró indica que els *walkovers* es produeixen majoritàriament en les fases inicials dels torneigs; possiblement la fatiga acumulada, les lesions prèvies dels jugadors, la falta de recuperació adequada entre tornejos o l'estratègia del jugador, faciliten la decisió prematura de no seguir competint en el torneig.

En darrera instància, els partits a 5 sets tenen una incidència significativament més alta de *walkovers* que els partits a 3 sets, indicant que la durada i la intensitat del partit influeixen més en la decisió del jugador de no competir. Finalment, a mesura que la diferència de rànquing augmenta, també ho fa la probabilitat de *walkover*, probablement a causa de la percepció de desavantatge competitiu per part del jugador de menor rànquing, mentre que a mesura que la diferència d'edats disminueix, la probabilitat de *walkover* augmenta.

Patró epidemiològic dels defaults

La proporció d'incidència general de *defaults* ha disminuït de forma gradual i constant al llarg dels anys de l'estudi, mostrant una tendència decreixent sostinguda amb fluctuacions bastant irregulars. Això suggereix que les mesures adoptades per reduir els *defaults* poden haver estat més efectives en comparació amb els *walkovers*, que van en augment. En conseqüència, la probabilitat que un partit acabi per *default* s'ha mantingut relativament estable, encara que lleugerament més alta comparada amb anys anteriors.

En primer lloc, l'ocurrència de *defaults* no s'associa de forma significativa amb les categories de torneig, que mostren proporcions d'incidència semblants. No obstant, és lleugerament més baixa en la categoria ATP Challenger Tour, on els jugadors són més madurs, ja han agafat més experiència de torneig i fortalesa mental, i poden controlar millor els impulsos, els comportaments imprudents, la pressió de la seva carrera com a tennista professional i la pressió econòmica d'haver de guanyar. No obstant, aquesta última mostra una tendència general de *defaults* a la baixa mentre que la categoria ITF Men's World Tennis Tour presenta una tendència estable.

En segon lloc, tampoc s'associa amb el tipus de superfícies, que mostren proporcions d'incidència semblants, amb tendències generals que es mantenen per *hard* i *grass* i baixen en *clay*. Tampoc s'associen amb el nivell de ronda del torneig, observant-se una tendència a l'alça per a les rondes finals i a la baixa per a les rondes preliminars. D'altra banda, l'ocurrència de *defaults* no és aleatòria al llarg dels jocs disputats en un partit de tennis, sinó que hi ha moments específics del partit on és més probable que passi un *default* en comparació amb altres moments. Els moments més probables perquè es doni un *default* són cap a la meitat o cap al final del partit, on la tensió competitiva i la fatiga juguen un paper crucial en el jugador. Un nombre més elevat de jocs disputats augmenta la probabilitat de *defaults*, possiblement a causa del desgast mental i físic. De la mateixa manera que passa amb els *walkovers*, una major diferència de rànquing s'associa amb una probabilitat més alta de *defaults*.

En resum, els *walkovers* han augmentat progressivament al llarg dels anys, especialment en tornejos ITF Men's World Tennis Tour, a causa de factors com ara limitacions econòmiques i menor accés a recursos mèdics i d'entrenament. No estan significativament associats a les superfícies de joc, però són més freqüents a les rondes inicials i en partits a 5 sets. A més, la diferència de rànquing i la proximitat en edat entre jugadors també augmenten la seva incidència. D'altra banda, els *defaults* han disminuït gradualment i han suggerit l'efectivitat de mesures preventives. Encara que no estan significativament relacionats amb superfícies o categories de tornejos, són més probables en rondes finals i en moments específics del partit a causa de la fatiga i tensió competitiva, amb més incidència quan hi ha una major diferència de rànquing entre els jugadors.

Conèixer els factors que influeixen en els *walkovers* i *defaults* pot ajudar a dissenyar estructures de tornejos que minimitzin aquests incidents, com ara ajustant el calendari per evitar la fatiga excessiva dels jugadors. Els entrenadors poden utilitzar aquesta informació per preparar millor els seus jugadors, tenint en compte els factors de risc identificats. Aquestes troballes reforcen la necessitat d'un enfocament holístic en la gestió de la salut dels jugadors, que consideri tant els aspectes físics com els psicològics. Els entrenadors i els equips mèdics han de treballar conjuntament per desenvolupar estratègies de prevenció i recuperació efectives, i per proporcionar suport emocional als jugadors. Aquest enfocament integrat no només milloraria la qualitat de vida dels jugadors, sinó que també podria reduir la incidència de *walkovers* i *defaults*, contribuint a la integritat i l'atractiu dels tornejos de tennis professional.

Tot i l'abast exhaustiu de l'estudi, hi ha limitacions que cal tenir en compte. Primer, hi ha altres variables potencialment rellevants que no s'han inclòs en aquest estudi, com ara factors psicològics o condicions específiques de salut dels jugadors, que podrien influir en la decisió de no competir. A més, l'ampliació del període d'anàlisi a anys més recents podria proporcionar dades actualitzades sobre tendències i patrons

emergents, permetent una comprensió més precisa de la situació actual. Finalment, seria útil realitzar estudis comparatius entre tornejos d'ATP Tour i d'ATP Previous Tour o d'ATP Tour i WTA Tour per identificar diferències específiques i factors únics que puguin influir en els *walkovers* i *defaults*. Futures investigacions haurien d'abordar aquestes limitacions, incloent més variables i ampliant l'abast temporal, per proporcionar una visió més completa i detallada dels patrons i factors que influeixen en aquests esdeveniments.

En conclusió, l'estudi ha proporcionat una visió detallada dels factors associats a l'ocurrència de *walkovers* i *defaults* en el tennis professional, oferint una base sòlida per a futures investigacions i per a la millora de la gestió de tornejos.

7) Bibliografia

1. International Tennis Federation. History of tennis courts. [Internet] Novembre del 2019. [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.itftennis.com/media/2101/surfaces-history-of-tennis-courts.pdf>
2. International Tennis Federation. History of tennis. [Internet] 16 de novembre del 2016. [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.itftennis.com/en/news-and-media/articles/history-of-tennis/>
3. ATP Tour | ATP Official Rulebook. ATP Circuit Regulations (Chapter I). [Internet] [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.atptour.com/en/corporate/rulebook>
4. Cahn, A. Income Realities of the pro tour. Sigrún Tennis. [Internet] 30 d'octubre de 2021 [Citat el 1 de juny de 2024]; Disponible a: https://sigruntennis.com/en-es/blogs/journal/economics-of-tennis-part-1#_edn12
5. USTA. Friend at Court 2024: Handbook of Tennis Rules and Regulations. [Internet] [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.usta.com/content/dam/usta/coach-organize/content-fragments/resource-library/assets/pdfs/friend-at-court.pdf>
6. Reuters. Miami left devastated by semifinal farce. Eurosport [Internet] 29 de març del 2014. [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: https://www.eurosport.com/tennis/nishikori-pulls-out-of-miami-semi-with-groin-injury_st04192318/story.shtml
7. Henderson, J. Sidney Wood, first and only Player to win Wimbledon on a walkover. The Guardian [Internet] 15 de gener del 2009 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.theguardian.com/sport/2009/jan/15/sidney-wood-tennis-player-obituary>
8. Quarrell, D. Rafa Nadal withdraws due to abdominal tear, Nick Kyrgios gets walkover into final. Eurosport [Internet] 7 de juliol del 2022 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: https://www.eurosport.com/tennis/wimbledon/2022/wimbledon-rafael-nadal-withdraws-due-to-abdominal-tear-nick-kyrgios-gets-walkover-into-final-reports_st09024693/story.shtml
9. Valeth, F. Roger Federer y las veces que tuvo que retirarse de un torneu por lesión. Match Tennis [Internet] 6 de juny del 2021 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://matchtennis.com/roger-federer-y-las-veces-que-tuvo-que-retirarse-de-un-torneo-por-lesion/>

10. Jonathan. Federer gets walkover into BNP Paribas Open Final. Perfect tennis [Internet] 16 de març del 2019 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.perfect-tennis.com/federer-gets-walkover-into-bnp-paribas-open-final/>
11. Mirza, R. Nick Kyrgios hands Roger Federer walkover into Indian Wells semi-finals due to illness. SkySports [Internet] 18 de març del 2017 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.skysports.com/tennis/news/12110/10805324/nick-kyrgios-hands-roger-federer-walkover-to-indian-wells-semi-finals-due-to-illness>
12. Aragón, A. Novak Djokovic, descalificado del US Open por dar un pelotazo a una juez de línia. El Mundo [Internet] 6 de setembre del 2020 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.elmundo.es/deportes/tenis/us-open/2020/09/06/5f5544da21efa0802f8b45e0.html>
13. Kyrgios la lía y es descalificado de Roma. La Vanguardia [Internet] 16 de maig del 2019 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.lavanguardia.com/deportes/tenis/20190516/462287448787/master-s-1000-roma-nick-kyrgios-descalificado-comportamiento.html>
14. Zapata desquicia a Fognini, descalificado por un supuesto insulto al juez de silla. Eurosport [Internet] 21 d'abril del 2021 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: https://www.eurosport.es/tenis/atp-barcelona/2021/fognini-zapata-descalificacion-juez-de-silla-insulto_sto8284105/story.shtml
15. Zapata, C. John McEnroe is disqualified from Australian Open. History [Internet] 16 de novembre del 2009 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.history.com/this-day-in-history/john-mcenroe-disqualified-from-the-australian-open>
16. Jiménez, D. El rendimiento del Big 3 en la extinta moqueta. Medios Deportivos | Punto de Break [Internet] 15 de desembre del 2020 [Citat el 23 de març del 2024]; Disponible a: <https://www.puntodebreak.com/2020/12/15/rendimiento-del-big-3-extinta-moqueta#>
17. Akshat, G. Madrid Open: Perplexed Felix Auger-Aliassime Struggles to Find Words as 3 Out of 5 Opponents' Walkover Helped Him Reach Final. EssentiallySports [Internet] 3 de maig de 2024 [Citat el 7 de maig del 2024]; Disponible a: <https://www.esentiallysports.com/atp-tennis-news-madrid-open-perplexed-felix-auger-aliassime-struggles-to-find-words-as-3-out-of-5-opponents-walkover-helped-him-reach-final/>
18. Cowden RG. Competitive Performance Correlates of Mental Toughness in Tennis: A Preliminary Analysis. *Percept Mot Skills*. 2016 Aug;123(1):341-60.

19. Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 2006 May; 40(5):387-91.
20. Ojala T, Häkkinen K. Effects of the tennis tournament on players' physical performance, hormonal responses, muscle damage and recovery. *J Sports Sci Med.* 2013 Jun 1;12(2):240-8.
21. Montalvan B, Guillard V, Ramos-Pascual S, van Rooij F, Saffarini M, Nogier A. Epidemiology of Musculoskeletal Injuries in Tennis Players During the French Open Grand Slam Tournament From 2011 to 2022. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2024;12(4).
22. Pluim BM, Fuller CW. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis. April 2009. *Br J Sports Med* 2009;43(12):893-897.
23. Okholm Kryger K, Dor F, Guillaume M, et al. Medical Reasons Behind Player Departures From Male and Female Professional Tennis Competitions. *The American Journal of Sports Medicine.* 2015;43(1):34-40.
24. Breznik K, Batagelj V. Retired matches among male professional tennis players. *J Sports Sci Med.* 2012 Jun 1;11(2):270-8
25. Hartwell MJ, Fong SM, Colvin AC. Withdrawals and Retirements in Professional Tennis Players. *Sports Health.* 2017 Mar/Apr;9(2):154-161.
26. Jayanthi NA, O'Boyle J, Durazo-Arvizu RA. Risk factors for medical withdrawals in United States tennis association junior national tennis tournaments: a descriptive epidemiologic study. *Sports Health.* 2009 May;1(3):231-5.
27. O'Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Science* 2001;19(2):107-115.
28. Rabadán, P. ¿Por qué desapareció del tenis la moqueta? Tenis Betfair. [Internet] 1 d'agost del 2023 [Citat el 14 de juny del 2024]; Disponible a: <https://apuestas.betfair.es/tenis/por-que-desaparecio-del-tenis-la-moqueta-300723-1018.html#:~:text=En%202009%2C%20la%20ATP%20tomó,como%20'carpeta'%2D%20quedaban%20cancelados>.
29. K. Breznik, V. Batagelj. Retired matches among male professional tennis players. *Journal of Sports Science.* 11 (2) (2012), pp. 270-278.
30. Geyer H. Quit Behavior of Professional Tennis Players. *Journal of Sports Economics,* February 2010. vol. 11(1), pages 89-99.
31. Néri-Fuchs JB, Sedeaud A, Marc A, De Larochelambert Q, Toussaint JF, Brocherie F. Medical withdrawals in elite tennis in reference to playing standards, court surfaces and genders. *J Sci Med Sport.* 2023 Jun;26(6):296-300.

32. Mark S. Kovacs, Todd S. Ellenbecker, W. Ben Kibler. Tennis Recovery: A Comprehensive Review of the Research. United States Tennis Association. 2010.
33. Suárez Rodríguez, David; Lorenzo García, Oscar. «Factores psicológicos en tenis. Control del estrés y su relación con los parámetros fisiológicos. Psychological factors in tennis. Control of stress and its relationship with physiological parameters». *Movimiento humano*, 2014, Núm. 6, p. 11-30
34. Amico G, Schaefer S. Tennis expertise reduces costs in cognition but not in motor skills in a cognitive-motor dual-task condition. *Acta Psychologica (Amst)*. 2022 Mar; 223:103503.
35. Fritsch, J.; Jekauc, D.; Elsborg, P.; Latinjak, A.; Reichert, M.; Hatzigeorgiadis, Antonis. Self-talk and emotions in tennis players during competitive matches. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2020; 34(3):518-538.
36. Jordan Thibodeaux, Adam Winsler. Careful what you say to yourself: Exploring self-talk and youth tennis performance via hierarchical linear modeling. *Psychology of Sport and Exercise*. Volume 47. 2020, 101646.
37. Christian Deutscher, Lena Neuberg, Stefan Thiem. Who's afraid of the GOATs? - Shadow effects of tennis superstars. *Journal of Economic Psychology*. Vol 99. 2023, 102663.
38. Agresti, A. An Introduction to Categorical Data Analysis. Wiley. 2018.
39. Farewell, V. T., & Prentice, R. L. The Analysis of Failure Time Data. Wiley. 2002.