



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



BIOMECÁNICA

Clave 1009

Grupo 01

SEMESTRE 2022-1

Normalización del gesto "Marcha Humana" y su comparación.

Profesor: Dr. LAZARO MORALES ACOSTA

Alumnos:

- Martínez Ortiz Marcos Uriel

Contenido

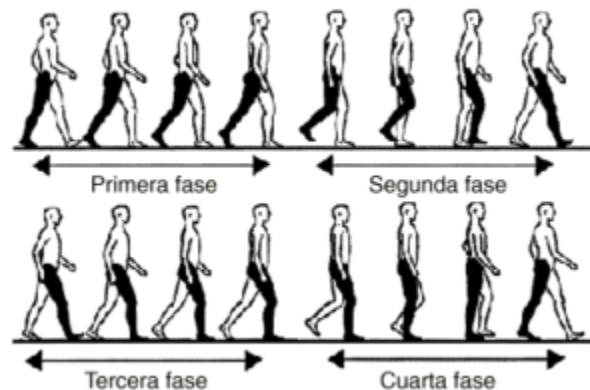
Introducción	2
Objetivo	3
Materiales	3
Desarrollo.....	4
Resultados.....	10
Análisis de resultados y conclusiones.....	12
Referencias bibliográficas	12

Introducción

Es interesante que nuestros ancestros se hayan distinguido en su evolución por caminar de forma erecta, un proceso que ha evolucionado a través de miles de años, esto tuvo consecuencias, en la anatomía de nuestro cuerpo, en la forma con la que interactuamos con la naturaleza, en la forma que nos movemos por el mundo, sin duda, dada su importancia es irreconocible que la marcha humana ha sido objeto de numerosos estudios, a través de los cuales hemos podido caracterizarla.

La caracterización es importante ya que, un profesional dependiendo de su rama de estudio puede con estos valores, dar diferentes análisis de la marcha humana, un medido biomédico podría decir que fuerzas e inercias están presentes en el cuerpo, o podría obtener análisis dinámicos de la marcha, un médico, podría determinar, que defectos causan cierto tipo de enfermedades, en el estudio de la marcha es fundamental, ya que es nuestro medio de movimiento natural.

La marcha como dije ya ha sido estudiada y uno de los parámetros a estudiar son los ciclos de la misma de los cuales se distinguen 4 ciclos.



La primera fase es el doble apoyo posterior de impulso, se caracteriza por que el miembro inferior atrasado se inclina hacia delante por una extensión de la cadera, la rodilla se flexiona mientras que la articulación tibiotarsiana se flexiona plantarmente. Hacia el final de esta fase el músculo cuádriceps se contrae, extendiendo prácticamente la rodilla, mientras la articulación tibiotarsiana está en máxima flexión plantar.

La segunda fase es el periodo oscilante o de elevación, en ella, el pie que en la fase anterior sólo apoyaba con el dedo gordo se despegaba del suelo, la rodilla y la cadera se flexionan y todo el miembro inferior se desplaza en el plano sagital, adelantándose al resto del cuerpo, siendo el miembro inferior contralateral el que sostiene la totalidad del peso corporal.

La tercera fase es el doble apoyo anterior de recepción o de frenado, se caracteriza porque el miembro inferior oscilante que en la segunda fase cruzaba al contrario toca el suelo por medio del talón, recibiendo parte del peso del cuerpo. Durante esta fase el miembro inferior ha de medir, frenar y regular la progresión hacia delante.

La cuarta fase es el apoyo unilateral, durante esta fase el miembro inferior apoyado soporta todo el peso del cuerpo a la vez que mantiene el equilibrio en los tres planos y permite la traslación corporal hacia delante.

Como podemos observar en la marcha humana se tienen muchos músculos y articulaciones trabajando, es por eso tan importante estudiarla y caracterizarla, en esta ocasión intentaremos caracterizar el comportamiento de la articulación rodilla, durante el ciclo de marcha de despegue hasta apoyo.

Objetivo

- Grabar 3 videos con marcadores en rodilla cadera y tobillo con tenis
- Grabar 3 videos con marcadores en rodilla cadera y tobillo descalzo
- Con kinovea, seguir la trayectoria de los marcadores
- Exportar sus datos a Excel
- Manejar los datos con Wolfram, desde el archivo de Excel
- Obtener las gráficas parametrizadas de rodilla, en los 6 ciclos

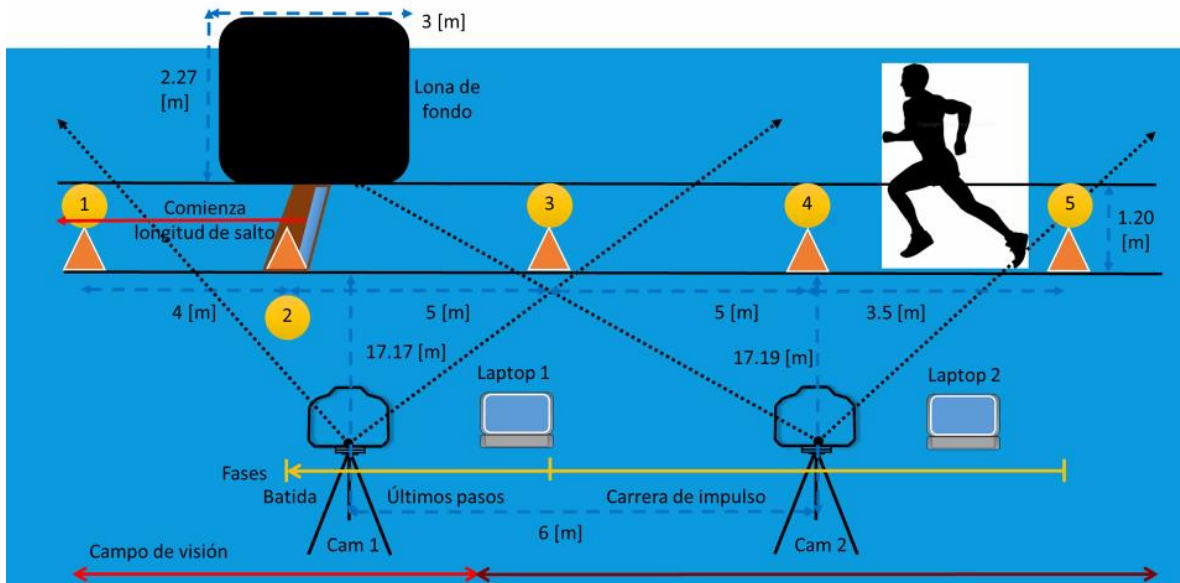
Materiales

1. Bolas de unicel para los marcadores, o algo similar que se pueda reconocer en kinovea
2. Algún software de seguimiento de trayectoria, en mi caso use kinovea, ya que fue el enseñado en el curso
3. Cámara para grabar los videos de marcha

Desarrollo

Lo primero antes que todo son los videos ya que es el material del cual vamos a sacar los datos primero intente acoplar el set a mis necesidades, como lo vimos en el curso.

METODOLOGÍA



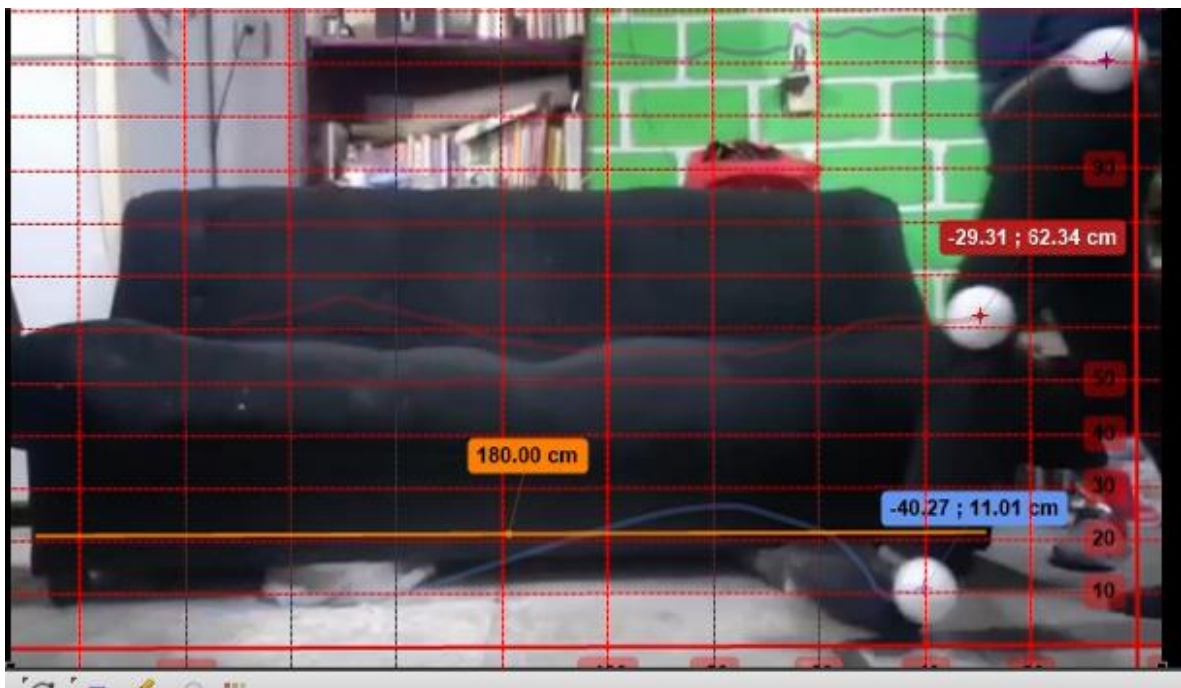
Claro no pude ser tan espléndido pero si intente encontrar un fondo negro para contrastar con los marcadores y en lugar de poner un tripie para sostener la camara me ayudo mi hermano a grabar, claro procurando el nivel del video y que no se moviera la toma.



Lo siguiente fue colocar los marcadores en su lugar, los pegue con Diurex, ya que es transparente y no se ve, quedando de la siguiente manera.



Después de eso proseguí a grabar los 6 videos, 3 con tenis y 3 descalzo. Una vez que los videos estaban acabados, proseguí a usar kinovea para seguir las trayectorias el resultado es el siguiente.



Primero use una línea, la línea naranja, kinovea tiene su propia unidad de medida en pixeles, nosotros podemos tener un marcador que nos indique una distancia que conozcamos, en mi caso fue mi sillón el cual tiene una longitud de 180 cm, esta medida es con la que calibre la línea, de esta manera kinovea ya no usa su propia unidad de medida, y usa la nuestra como referencia.

Lo siguiente es poner un sistema de coordenadas, para saber la posición de nuestras trayectorias, en los ejes X y Y, el sistema de coordenadas, es el representado por rojo. Lo siguiente fue seguir las trayectorias, que se colocan en los puntos blancos, que son bolas de unicel, dado que la calidad del video no es muy grande, y kinovea no podía seguir las trayectorias, este proceso lo tuve que hacer manual, fotograma por fotograma, se que no es eficaz para videos con muchos fotogramas, pero en este caso era viable.

Después exporté los datos de los movimientos a un archivo en Excel, los cuales tuve que acomodar en dos tablas, las dos son iguales, se que no tienen nombres identificables, esto fue para evitar problemas en la programación con Wolfram, el orden es el siguiente, los tiempos dividen los ciclos, en este caso 3 y las X y Y, corresponden a tobillo, rodilla, y cadera, con el orden antes mencionado.

Tiempo	x	y	x	y	x	y	Tiempo	x	y	x	y	x	y	Tiempo	x	y	x	y	x	y
0	45.19	10	34.7	59.95	13.16	107.55	0	40.27	11.01	29.31	62.34	5.43	110.58	0	36.62	11.97	24.13	61.42	4.31	108.74
34	46.04	10.34	38.07	59.97	16.08	107.55	33	41.29	10.33	31.9	61.66	8.23	109.59	34	38.32	11.62	26.73	61.09	6.04	109.49
67	48.39	10.74	41.81	60.31	19.74	108.27	67	42.82	10.34	35.21	61.3	12.5	111.15	67	39.68	11.28	28.61	61.09	8.95	111.03
100	49.25	11.08	45.92	60.68	22.66	108.61	100	44.19	10.34	38.89	61.65	15.67	111.55	100	39.68	11.28	29.63	61.08	8.95	111.37
134	50.11	10.39	47.81	60.34	25.57	108.61	133	45.21	10.34	41.38	62.05	19	113.06	134	40.7	10.94	33.34	61.78	12.96	111.8
167	50.97	10.15	50.81	60.34	29.6	110.54	167	46.74	10	43.6	62.06	21.58	113.09	167	41.38	10.93	35.21	61.43	16.53	112.23
200	51.65	10.15	53.81	60	33.63	110.86	200	47.08	9.32	45.81	62.06	26.73	113.39	200	42.06	10.59	37.44	61.92	19.59	114.48
234	50.79	10.5	56.44	59.28	36.55	111.55	233	47.42	9.32	48.02	61.72	30.78	114.16	234	43.08	10.24	39.14	61.57	23.6	114.55
267	51.88	10.12	59.81	59.28	40.58	111.52	267	47.42	9.33	50.24	61.39	33.66	115.4	267	42.29	10.33	41.02	61.56	26.61	115.2
300	51.88	10.12	61.7	58.94	43.5	111.86	300	46.74	9.32	51.6	61.39	37.34	115.35	300	42.3	10.67	42.04	61.22	29.21	115.98
334	51.88	9.78	63.07	58.59	46.41	112.2	333	46.74	9.32	53.08	61.03	39.55	116.04	334	41.55	9.91	43.74	61.21	32.15	116.36
367	51.88	9.78	63.85	58.25	49.33	112.2	367	46.74	9.32	53.65	60.71	41.77	116.38	367	41.55	9.9	44.76	61.21	34.75	116.78
400	51.88	9.78	64.46	57.52	52.25	112.55	400	46.74	9.32	54.3	60.34	45.45	115.26	400	41.55	9.9	46.28	60.88	37.38	116.76
434	51.88	9.78	65.54	57.13	55.17	112.54	433	46.74	8.98	54.97	59.66	48.99	115.56	434	41.55	9.9	47.31	60.87	39.65	116.75
467	51.54	9.78	66.23	56.44	57.91	112.89	467	46.4	8.98	55.65	59.29	51.2	116.24	467	41.89	9.9	48.67	60.53	43.02	116.4
500	51.54	9.78	66.57	56.1	60.83	112.89	500	46.06	8.98	55.6	59.31	53.41	116.25	500	41.89	9.9	48.95	61.06	44.55	116.39
534	51.54	9.78	66.91	55.76	63.75	112.2	533	46.06	8.98	56.26	59.33	56.36	115.14	534	42.23	9.9	50.31	60.71	47.55	115.7
567	51.54	10.12	67.25	55.76	66.67	111.51	567	46.06	8.98	56.98	58.99	60.04	115.83	567	42.23	9.89	51.68	60.37	50.18	115.35
600	51.54	10.12	67.94	55.76	69.59	111.17	600	46.4	8.98	58.7	58	62.26	116.17	600	42.23	9.89	53.04	60.02	53.55	114.99
634	51.54	10.46	68.87	55.75	72.51	110.49	633	46.4	8.98	60.75	58.01	64.47	117.2	634	42.91	9.89	54.4	59.67	55.08	114.99
667	51.2	10.46	70	55.41	75.43	109.8	667	46.4	8.98	62.96	57.67	65.59	113.16	667	43.26	9.89	56.1	58.99	57.54	113.11
700	51.54	10.81	70.37	56.63	78.35	109.11	700	46.74	9.32	65	57	67.81	112.84	700	43.59	9.54	57.97	58.64	61.27	112.76
734	51.88	11.15	72.26	56.29	81.26	108.77	733	47.42	9.66	67.05	56.32	70.02	112.16	734	43.6	9.54	59.84	57.95	64.64	112.38
767	52.22	11.49	74.15	55.95	84.18	108.43	767	47.42	10	69.26	55.98	75.17	111.9	767	43.6	9.55	61.71	57.26	66.73	112.03
800	52.91	11.84	76.03	55.6	87.1	109.11	800	48.44	10.35	71.48	55.31	79.96	112.72	800	43.94	9.88	63.58	56.57	70.1	111.33
834	53.77	12.86	80.15	55.26	90.02	109.46	833	49.46	11.03	73.69	54.97	84.01	110.92	834	44.28	10.56	65.45	55.88	73.46	110.3

Tiempo	X	Y	X	y	X	y	Tiempo	X	Y	X	y	X	y	Tiempo	X	Y	X	y	X	y
0	51.33	13.28	33.63	58.04	4.51	97.99	0	45.75	12.66	27.79	56.71	1.57	94.71	0	42.19	9.97	27	56.03	2.34	95.1
34	53.36	11.96	37.42	57.53	8.97	97	33	48.26	11.01	32.95	55.09	1.74	95.03	33	44.43	9.64	30.2	55.69	2.34	95.1
67	55.5	10.64	42.19	56.21	13.08	97.99	66	50.77	9.7	35.79	53.94	5.77	95.06	67	48.02	9	33.71	55.36	6.07	95.97
100	57.64	9.96	45.33	57.53	16.05	96.67	100	53.6	8.99	40.28	54.14	9.77	94.09	100	47.62	8.67	37.39	55.99	9.41	96.12
134	59.61	9.65	49.61	56.87	22.65	96.64	133	54.1	9.56	43.43	55.83	13.4	96.11	133	48.58	8.35	40.9	56.29	12.3	96.89
167	60.6	9.32	53.56	57.06	25.28	99.63	166	55.27	8.24	47.9	56.06	17.94	97.62	167	49.85	8.34	44.1	56.28	15.97	98.71
200	61.92	9.32	57.5	58.19	29.23	99.63	200	55.44	8.58	49.4	56.54	21.07	98.95	200	50.49	8.34	46.97	56.27	20.16	98.43
234	62.9	9.32	60.47	57.06	33.66	100.78	233	56.28	8.58	52.56	57.23	25.38	100.64	233	50.81	8.34	49.53	56.26	23.57	98.94
267	63.23	9.32	64.26	57.36	38.12	100.78	266	56.45	8.58	54.06	56.91	28.32	100.01	267	50.49	8.34	51.45	55.93	27.3	100.13
300	63.69	9.31	68.23	58.7	40.42	101.44	300	56.79	8.57	54.89	56.26	31.9	101.57	300	50.81	8.34	53.68	55.92	30.16	100.64
334	64.22	8.96	69.21	58.7	45.36	102.76	333	56.45	8.57	56.22	56.27	33.62	101.71	333	51.13	8.02	54.96	55.92	33.33	101.41
367	64.54	8.97	69.52	57.36	48.65	103.42	366	56.78	8.57	56.22	56.27	36.45	102.57	367	51.45	8.01	55.32	55.91	35.16	101.41
400	64.54	8.97	70.51	56.38	49.96	103.42	400	56.45	7.91	56.23	55.6	38.11	102.92	400	51.13	7.7	57.87	55.97	37.26	101.66
434	64.87	8.96	72.15	56.7	52.92	104.4	433	57.12	8.24	56.56	55.6	40.44	102.27	433	51.45	7.69	58.77	54.79	40.66	102.17
467	64.87	8.95	73.14	55.72	56.21	102.76	466	57.12	8.24	57.56	55.61	43.75	103.96	467	51.45	7.69	58.27	55.96	43.8	101.9
500	64.87	8.95	73.47	57.03	58.52	105.06	500	57.12	8.24	58.88	55.96	47.75	102.99	500	51.13	7.38	58.53	54.91	46.43	103.72
534	65.19	8.82	74.46	55.72	58.19	102.43	533	57.12	8.57	59.55	55.83	51.4	103.02	533	51.77	7.69	58.96	55.96	48	103.16
567	65.19	8.94	75.44	55.72	65.1	103.09	566	56.79	8.24	59.55	55.83	50.41	102.68	567	51.45	7.38	60.38	55.96	49.57	102.92
600	65.19	9.27	76.43	55.39	66.41	104.07	600	57.79	8.24	61.21	56.31	53.07	102.7	600	51.13	7.38	60.61	54.85	52.19	102.65
634	65.51	9.26	77.42	56.38	68.72	102.76	633	57.78	9.24	62.87	56.32	54.72	103.05	633	51.45	7.38	61.89	54.79	55.07	102.9
667	65.5	9.26	78.4	55.72	72.01	104.73	666	57.78	9.24	63.87	55.5	57.05	103.07	667	51.45	7.38	63.63	54.67	58.47	103.15
700	65.51	9.58	79.72	55.39	73.98	103.42	700	57.78	9.24	65.52	56.34	59.05	102.75	700	51.77	7.69	65.49	54.03	61.41	101.34
734	65.83	9.91	80.38	55.39	76.67	103.42	733	58.45	9.24	67.2	54.69	62.04	102.44	733	51.45	7.7	67.98	54.34	65.34	100.1
767	66.16	9.9	82.68	54.73	80.56	104.07	766	59.45	9.58	69.85	55.04	65.03	102.8	767	51.77	8.01	68.47	53.36	68.24	100.44
800	66.49	10.23	84.33	54.79	83.52	103.42	800	59.11	9.25	72.18	55.39	68.02	102.16	800	52.73	8.33	71.02	53.32	72.18	99.77
834	67.14	10.56	87.62	53.09	85.49	103.09	833	59.44	9.58	73.84	54.74	72.01	102.52	833	53.05	8.97	73.9	53.52	75.07	99.53
867	67.46	11.53	89.26	54.4	90.1	102.1	866	60.1	9.92	76.5	54.43	74.34	101.54	867	53.69	9.61	77.7	52.94	78.49	99.03
900	68.12	11.86	92.22	53.42	92.73	101.1	900	60.43	10.25	78.83	54.45	79.66	101.25	900	54.98	10.88	81.38	52	82.7	98.58
934	69.1	12.84	94.85	53.42	97.01	101.1	933	61.75	11.32	81.99	53.81	82.32	100.28	933	56.9	12.47	86.88	51.96	87.95	97.86
967	70.09	13.83	99.13	53.42	101.29	100.45	966	61.41	12.58	85.15	53.5	86.64	100.98	967	61.61	15.77	93.95	50.33	93.19	97.08
1000	72.06	14.48	102.75	53.09	105.23	100.45	1000	64.58	14.27	89.64	53.21	90.36	100.68	1000	68.06	18.65	101.04	49.86	97.4	96.58

Una vez extraídos los datos y acomodados, lo que sigue es programar en Wolfram, explicar el código línea por línea, sería muy largo, mas sin embargo si lo pudiera resumir diría, que es, extraer el vector rodilla, en X y Y, así como el vector tiempo, después tenemos que normalizar el vector rodilla, para tener un solo valor nominar, con ese vector normalizado tenemos que interpolarlo, de esta manera tenemos una función continua capaz de darnos los valores del vector. Lo ultimo es el tiempo el cual no esta en porcentaje sino en milisegundos, tenemos que obtener 100 valores del total, eso lo hacemos, tomando el ultimo valor del tiempo menos el inicial, y lo dividimos entre 100, de esta manera tenemos un salto, el cual, si seguimos, obtendremos 100 valores del módulo, en ese tiempo, lo siguiente es combinar el tiempo y la función interpolada, armamos una tabla la cual ya esta parametrizada, solo resta hacer esto para todos los ciclos, y graf


```

%{2823}= (*Importamos el archivo excel descalzo*)
e = Import["E:\\Users\\Almanzor\\Documents\\Escuela\\Biomecanica\\Practicas\\Practica 3\\Valores juntos Descalzo.xlsx"][[1]];
|importa

(*Importamos el archivo excel Con tenis*)
a = Import["E:\\Users\\Almanzor\\Documents\\Escuela\\Biomecanica\\Practicas\\Practica 3\\Valores juntos Tenis.xlsx"][[1]];
|importa

(*Medimos la longitud del arreglo para saber la duracion de los ciclos*)
LongitudDeArregloD = Length[e];
|longitud

LongitudDeArregloT = Length[a];
|longitud

(*Separamos cada componente de tobillo, rodilla y cadera en vectores, X, Y*)
(*Ciclo 1*)
PosicionRodillaEnX1D = Table[{e[[i, 4]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnY1D = Table[{e[[i, 5]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnX1T = Table[{a[[i, 4]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnY1T = Table[{a[[i, 5]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla

(*Ciclo 2*)
PosicionRodillaEnX2D = Table[{e[[i, 11]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 7}];
|tabla
PosicionRodillaEnY2D = Table[{e[[i, 12]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 7}];
|tabla
PosicionRodillaEnX2T = Table[{a[[i, 11]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnY2T = Table[{a[[i, 12]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla

(*Ciclo 3*)

PosicionRodillaEnX3D = Table[{e[[i, 18]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnY3D = Table[{e[[i, 19]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
PosicionRodillaEnX3T = Table[{a[[i, 18]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla

```

```

PosicionRodillaEnY3T = Table[{a[[i, 19]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla

(*Tambien extraigo el vector tiempo*)
Tiempo1D = Table[{e[[i, 1]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
Tiempo2D = Table[{e[[i, 8]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 7}];
|tabla
Tiempo3D = Table[{e[[i, 15]]}, {i, 2, LongitudDeArregloD - 1}];
|tabla
Tiempo1T = Table[{a[[i, 1]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla
Tiempo2T = Table[{a[[i, 8]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla
Tiempo3T = Table[{a[[i, 15]]}, {i, 2, LongitudDeArregloT - 1}];
|tabla

(*Junto cada componente de la posicion en un vector para cada ciclo*)
VectorPosicionRodilla1D = Table[{PosicionRodillaEnX1D[[i, 1]], PosicionRodillaEnY1D[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}];
|tabla
VectorPosicionRodilla2D = Table[{PosicionRodillaEnX2D[[i, 1]], PosicionRodillaEnY2D[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 8}];
|tabla
VectorPosicionRodilla3D = Table[{PosicionRodillaEnX3D[[i, 1]], PosicionRodillaEnY3D[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}];
|tabla
VectorPosicionRodilla1T = Table[{PosicionRodillaEnX1T[[i, 1]], PosicionRodillaEnY1T[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}];
|tabla
VectorPosicionRodilla2T = Table[{PosicionRodillaEnX2T[[i, 1]], PosicionRodillaEnY2T[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}];
|tabla
VectorPosicionRodilla3T = Table[{PosicionRodillaEnX3T[[i, 1]], PosicionRodillaEnY3T[[i, 1]]}, {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}];
|tabla

(*Calculo los modulos del vector rodilla de cada ciclo*)
ModuloRodilla1D = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla1D[[i]]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}];
|tabla |norma
ModuloRodilla2D = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla2D[[i]]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 8}];
|tabla |norma
ModuloRodilla3D = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla3D[[i]]]}, {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}];
|tabla |norma
ModuloRodilla1T = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla1T[[i]]]}, {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}];
|tabla |norma

```

```

ModuloRodilla2T = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla2T[[i]]], {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}}];
|tabla |norma
ModuloRodilla3T = Table[{Norm[VectorPosicionRodilla3T[[i]]], {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}}];
|tabla |norma
(*Junto el modulo del vector rodilla con el tiempo de su respectivo ciclo*)
TiempoVsModuloRodilla1D = Table[{Tiempo1D[[i, 1]], ModuloRodilla1D[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}}];
|tabla
TiempoVsModuloRodilla2D = Table[{Tiempo2D[[i, 1]], ModuloRodilla2D[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloD - 8}}];
|tabla
TiempoVsModuloRodilla3D = Table[{Tiempo3D[[i, 1]], ModuloRodilla3D[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloD - 2}}];
|tabla
TiempoVsModuloRodilla1T = Table[{Tiempo1T[[i, 1]], ModuloRodilla1T[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}}];
|tabla
TiempoVsModuloRodilla2T = Table[{Tiempo2T[[i, 1]], ModuloRodilla2T[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}}];
|tabla
TiempoVsModuloRodilla3T = Table[{Tiempo3T[[i, 1]], ModuloRodilla3T[[i, 1]], {i, 1, LongitudDeArregloT - 2}}];
|tabla
(*Vamos a graficar como si el movimiento fuera de 0 a 100 para eso calculamos el incremento
con la cantidad final del tiempo menos la inicial entre 100*)
IncrementoD = (e[[LongitudDeArregloD - 1, 1]] - e[[2, 1]]) / 100;
Incremento2D = (e[[LongitudDeArregloD - 7, 8]] - e[[2, 8]]) / 100;
IncrementoT = (a[[LongitudDeArregloT - 1, 1]] - a[[2, 1]]) / 100;
(*La interpolacion crea una funcion de la variable TiempoVsModuloRodilla en la que podemos evaluar la variable*)
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1D = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla1D, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2D = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla2D, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3D = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla3D, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1T = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla1T, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2T = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla2T, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación
PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3T = Interpolation[TiempoVsModuloRodilla3T, InterpolationOrder -> 1];
|interpolación |orden de interpolación

(*Armamos una tabla nueva con el eje x en porcentaje y el eje Y con la funcion de interpolacion*)
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1D = Table[{(i / IncrementoD), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1D[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla1D[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla1D[[LongitudDeArregloD - 2, 1]], IncrementoD}];
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2D = Table[{(i / Incremento2D), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2D[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla2D[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla2D[[LongitudDeArregloD - 8, 1]], Incremento2D}];
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3D = Table[{(i / IncrementoD), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3D[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla3D[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla3D[[LongitudDeArregloD - 2, 1]], IncrementoD}];
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1T = Table[{(i / IncrementoT), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1T[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla1T[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla1T[[LongitudDeArregloT - 2, 1]], IncrementoT}];
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2T = Table[{(i / IncrementoT), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2T[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla2T[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla2T[[LongitudDeArregloT - 2, 1]], IncrementoT}];
TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3T = Table[{(i / IncrementoT), PorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3T[i]},
|tabla
{i, TiempoVsModuloRodilla3T[[1, 1]], TiempoVsModuloRodilla3T[[LongitudDeArregloT - 2, 1]], IncrementoT}];

(*Graficamos el Ciclo 1*)
GraficaCiclo1CompletoD = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1D}, Joined -> True, Filling -> Axis, PlotStyle -> {{Green, Glow, Dashed}}, Frame -> True,
|representación de lista |unido |verd-- |relleno |eje |estilo de represe-- |verde |brillo |rayado |marco |verdadero
FrameLabel -> {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends -> {"Ciclo 1 Descalzo"}, PlotLabel -> "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
|etiqueta de marco |leyendas de representación |etiqueta de representación
GraficaCiclo1CompletoT = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla1T}, Joined -> True, Filling -> Axis, PlotStyle -> {{Orange, Glow, Dashed}}, Frame -> True,
|representación de lista |unido |verd-- |relleno |eje |estilo de represe-- |naranja |brillo |rayado |marco |verdadero
FrameLabel -> {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends -> {"Ciclo 1 Con Tenis"}, PlotLabel -> "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
|etiqueta de marco |leyendas de representación |etiqueta de representación
(*Graficamos el Ciclo 2*)
GraficaCiclo2CompletoD = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2D}, Joined -> True, Filling -> Axis, PlotStyle -> {{Purple, Glow, Hue[0.84, 0.84, 0.78]}},
|representación de lista |unido |verd-- |relleno |eje |estilo de represe-- |púrpura |brillo |tonalidad
Frame -> True, FrameLabel -> {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends -> {"Ciclo 2 Descalzo"}, PlotLabel -> "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
|marco |verd |etiqueta de marco |leyendas de representación |etiqueta de representación
GraficaCiclo2CompletoT = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla2T}, Joined -> True, Filling -> Axis, PlotStyle -> {{Red, Glow}}, Frame -> True,
|representación de lista |unido |verd-- |relleno |eje |estilo de represe-- |rojo |brillo |marco |verdadero
FrameLabel -> {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends -> {"Ciclo 2 Con Tenis"}, PlotLabel -> "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
|etiqueta de marco |leyendas de representación |etiqueta de representación

```

```

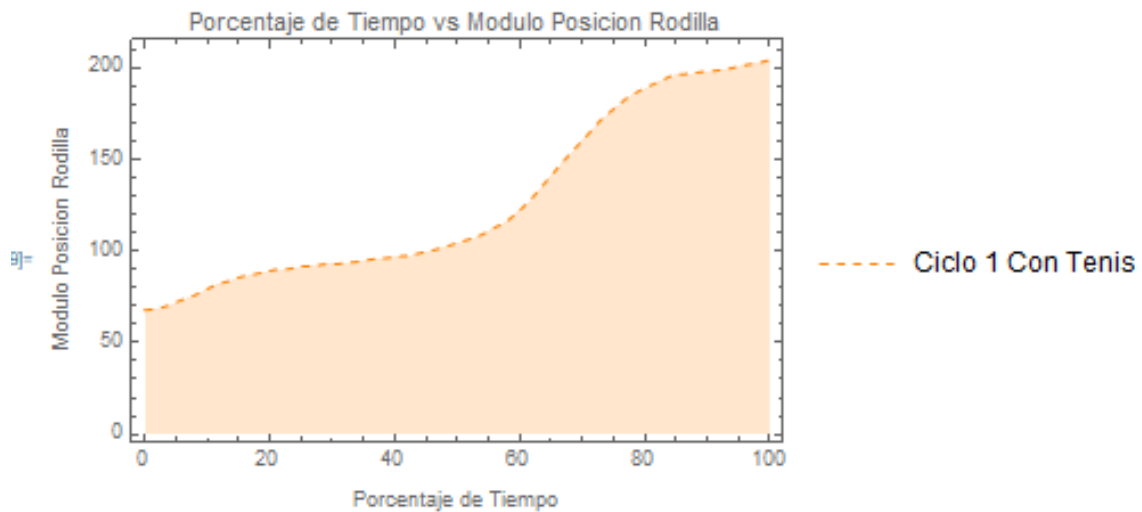
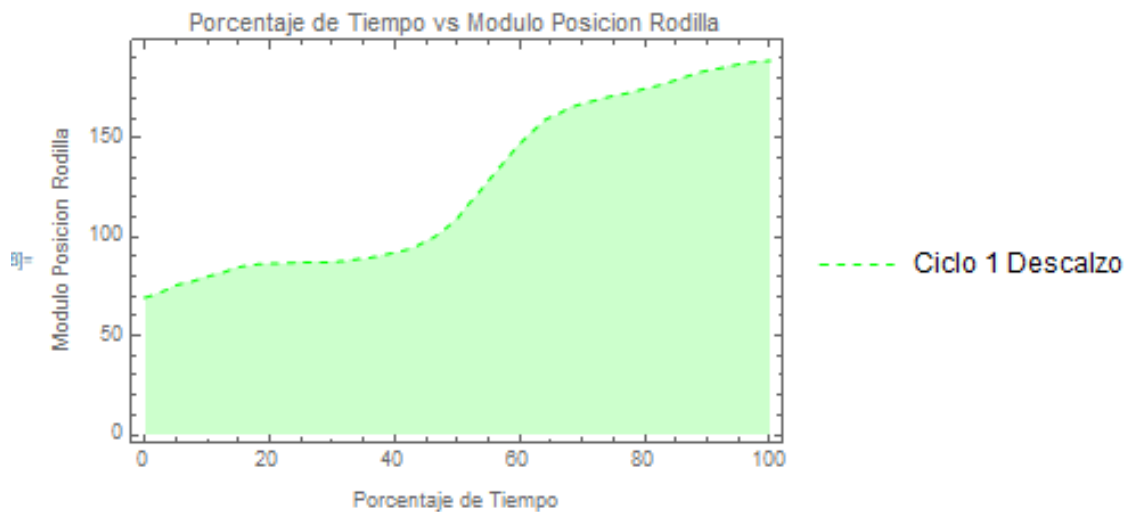
(*Graficamos el Ciclo 3*)
GraficaCiclo3Completo0 = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla30}, Joined → True, Filling → Axis, PlotStyle → {{Blue, Glow, Thickness[0.01]}},
Frame → True, FrameLabel → {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends → {"Ciclo 3 Descalzo"}, PlotLabel → "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
GraficaCiclo3CompletoT = ListPlot[{TablaPorcentajeDeTiempoVsModuloRodilla3T}, Joined → True, Filling → Axis, PlotStyle → {{Yellow, Glow, Thickness[0.01]}},
Frame → True, FrameLabel → {"Porcentaje de Tiempo", "Modulo Posicion Rodilla"}, PlotLegends → {"Ciclo 3 Con Tennis"}, PlotLabel → "Porcentaje de Tiempo vs Modulo Posicion Rodilla"]
(*Graficamos los tres Ciclos en una sola grafica*)

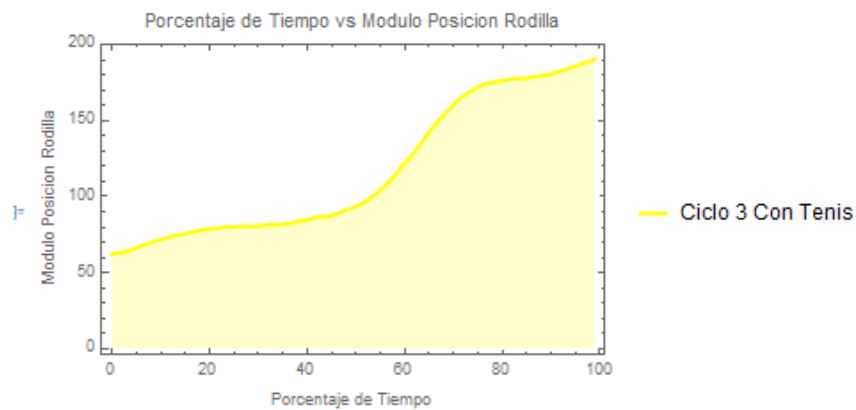
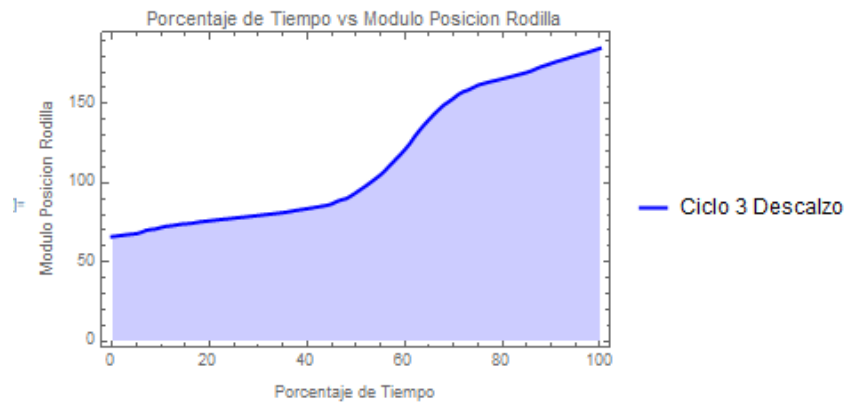
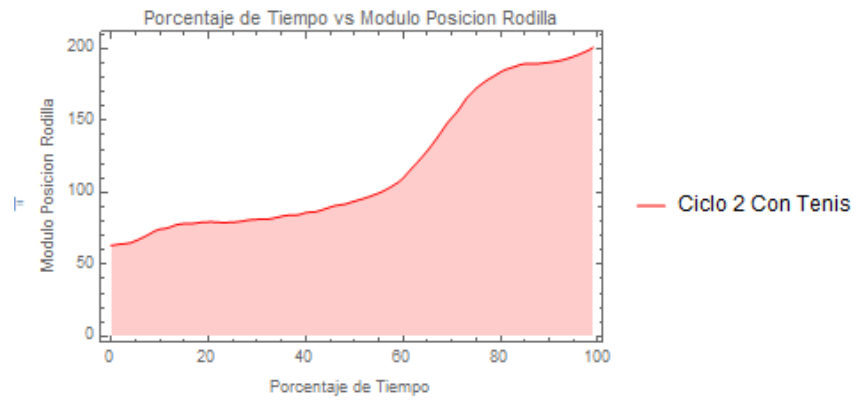
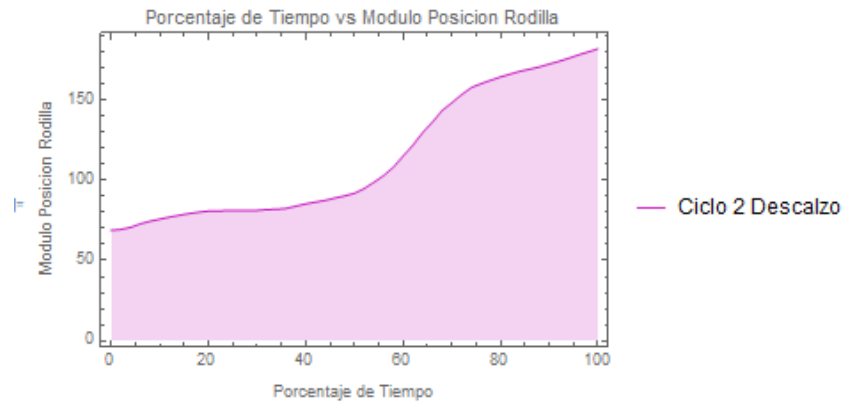
Show[{GraficaCiclo1Completo0, GraficaCiclo2Completo0, GraficaCiclo3Completo0, GraficaCiclo1CompletoT, GraficaCiclo2CompletoT, GraficaCiclo3CompletoT}, PlotRange → All]

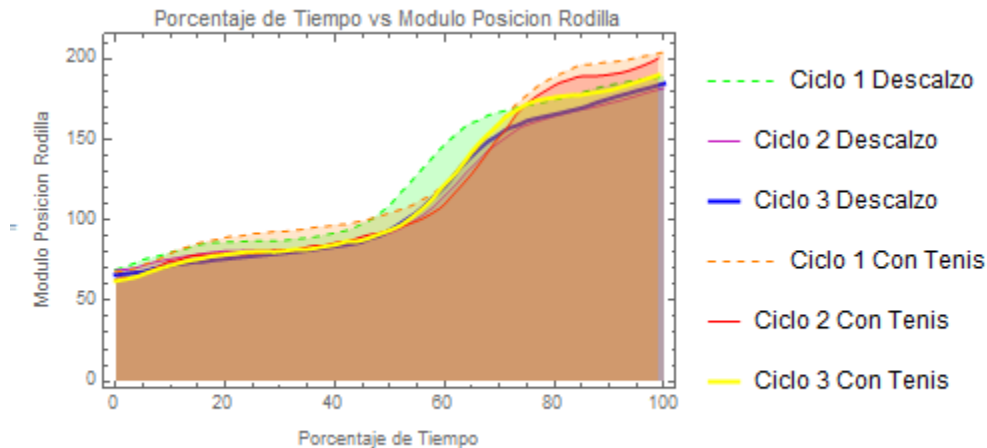
```

Resultados

Los resultados son las graficas obtenidas de los tres ciclos las cuales imprimí por separado y junté en un solo marco para su comparación.







Análisis de resultados y conclusiones

Lo que puedo notar es que no es tan notorio el cambio de marcha con tenis y sin tenis, por lo menos solo fijándonos en la rodilla, me imagino que es porque la rodilla al tener un movimiento de apertura y cierre durante la marcha no es muy afectado, por esto, creo que se notaría mas en mi cadera o en mi tobillo debido a que la horma de los tenis modifica, mis alturas, y la posición de mis articulaciones.

En el caso de rodilla puedo notar que los ciclos con tenis llegan mucho mas arriba en la posición Y me imagino que es por la altura de los tenis, otra cosa que noto es una curva muy pronunciada en la parte descalza verde, pareciera que alzo mi la rodilla, pero no es así, yo creo que los datos están un poco desfasados, con respecto a los demás, y esa curva debería estar un poco mas recorrida a la derecha, por lo demás como lo había mencionado me parecen curvas bastantes similares, sin gran cambio entre ellas, como lo dije creo que es porque los tenis no afectan mucho en un movimiento tan lento y en la rodilla.

Referencias bibliográficas

- <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1762827X20440349>
- <https://www.redalyc.org/pdf/2738/273828094009.pdf>