

FABRICA VIRTUAL

SIMULACIÓN ERGONÓMICA

Módulo de Simulación
2do trimestre
curso 2014/2015

Lucía López - 3ero GEDI
Pilar Ripoll - 3ero GDIS
Clara Viñals - 3ero GDIS

CONTEXTO

Descripción del usuario, franja de edad visada y modo de empleo (lugar y frecuencia)



TARGET

El usuario tiene un rango de edad muy amplio, desde un niño de 10 años hasta un adulto de alrededor de los 40.

Por ello, nuestro patinete debe de adaptarse a un gran abanico de usuarios, tanto ergonómicamente, haciendo un patinete extensible, como estéticamente.



LUGAR DE USO

El patinete está destinado a utilizarse en lugares apropiados para realizar deporte sobre ruedas, como skate parks o paseos marítimos, dado que necesita una superficie lisa para un movimiento óptimo y un uso confortable.

Esta situación también es debida por su gran volumen, lo que impide utilizarlo como método de desplazamiento en las ciudades, si no más bien como producto de ocio.



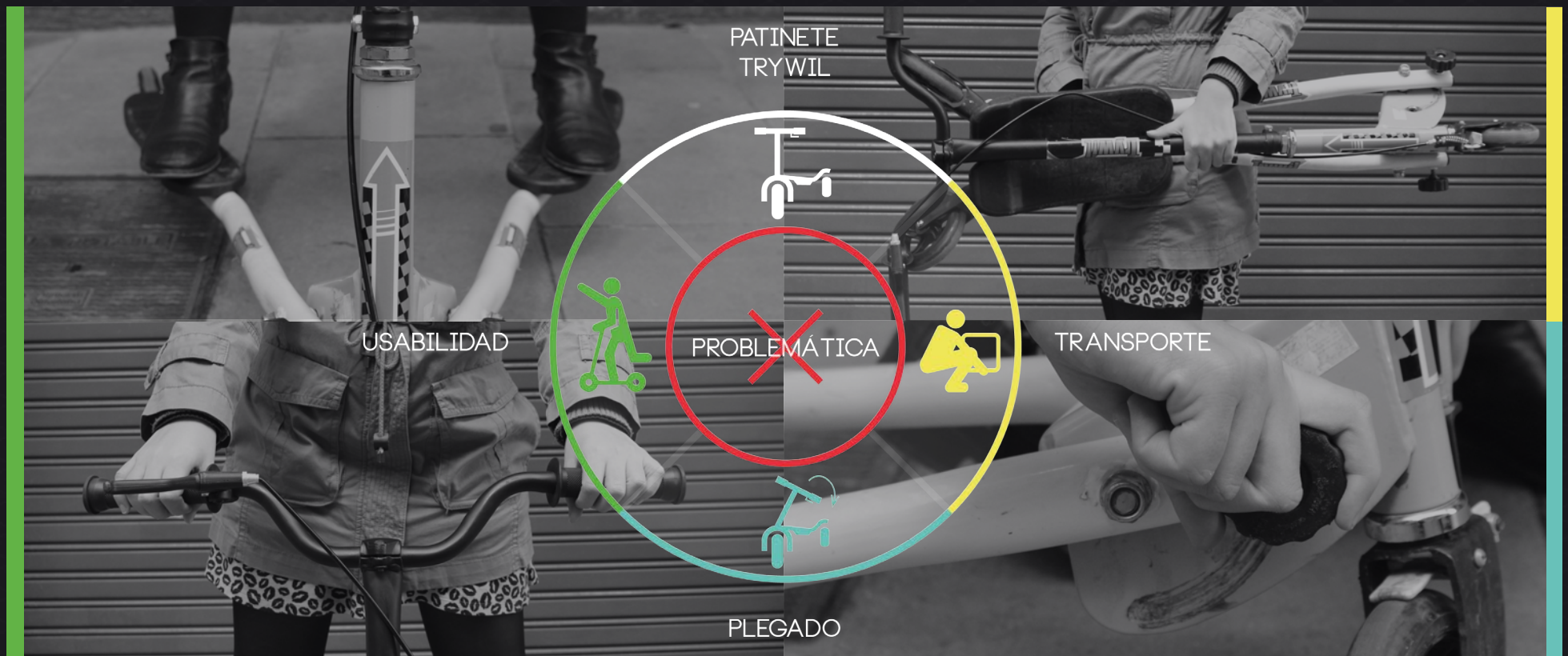
FRECUENCIA

Debido a que se necesita unas condiciones específicas para su uso, hemos establecido como frecuencia de utilización de un día hasta tres como máximo.

Pensando en un producto de ocio para el fin de semana.

SECUENCIA DE USO

Hemos realizado las mejoras ergonómicas, basándonos en un patinete existente de la marca Trywil, a partir del análisis de su secuencia de uso.





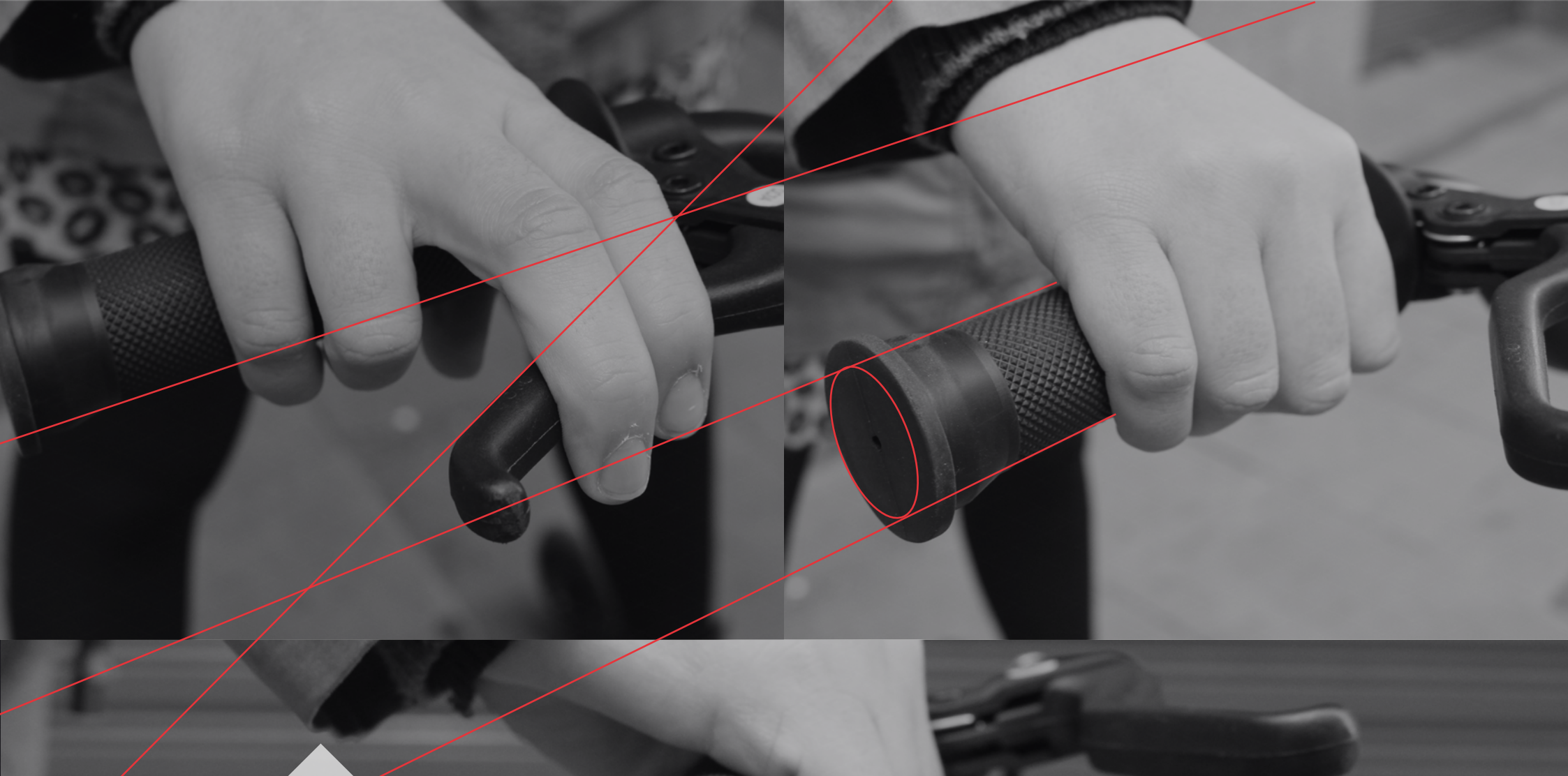
MODO DE USO

Posiciones detectadas como peligrosas o significativas durante el uso del patinete.

POSIBLES PATOLOGÍAS

Los efectos de la tensión-abducción de los brazos hace que el aguantar de los hombros a fatiga disminuya según el eje longitudinal del brazo se separa del eje del cuerpo.

En nuestro caso, necesitamos un manillar regulable en altura y suficientemente ancho para evitar tanto la abducción como la flexión y descartar posibles patologías como **tendinitis del hombro.**



POSIBLES PATOLOGÍAS

Se necesita una distancia prudente entre el manillar y el freno para que la mano pueda situarse correctamente entre los dos. Sin embargo, esta distancia no puede ser excesivamente grande ya que podría causar una **tenosinovitis estenosante del dedo** debido a una flexión de dedos combinada con una flexión de muñeca y ejerciendo una fuerza.

Por otra parte, si el diámetro del agarre del manillar no es el adecuado, pueden aparecer patologías como la **enfermedad de Quervain** debido a la flexión o extensión de muñeca con presión palmar. Esta situación se da en el **control tipo grip** del eje de dirección.



POSIBLES PATOLOGÍAS

Observamos que la forma de las plataformas inducen a una **adducción** tanto del pie derecho como del izquierdo.

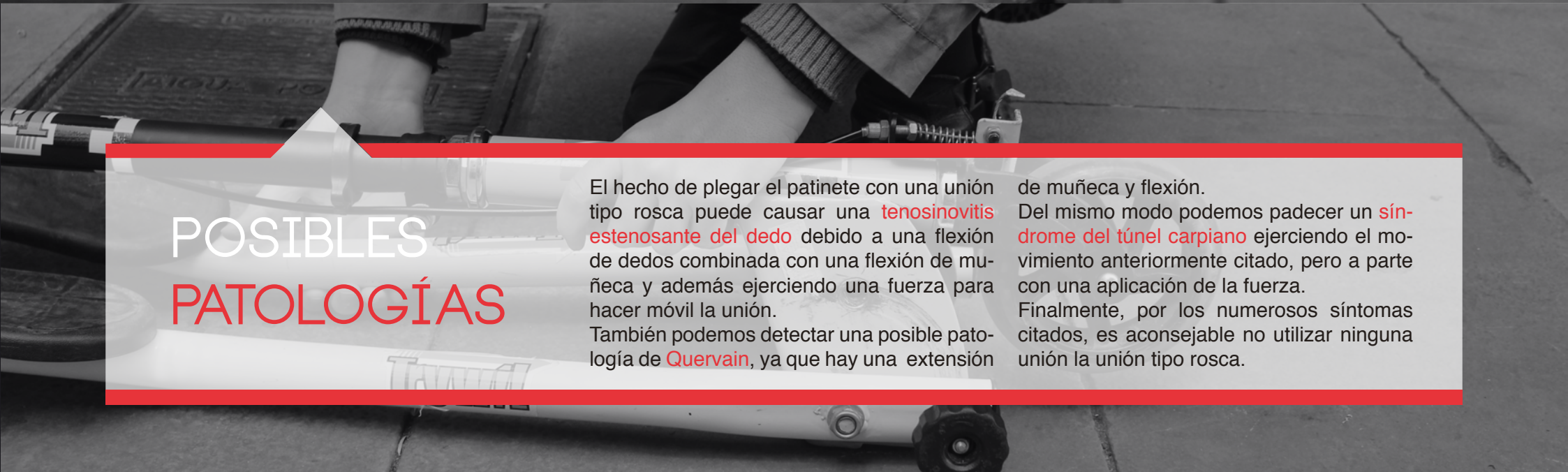
Esto podría provocar una **tendinitis del tendón peroné** dado que los tejidos que conectan los músculos con los huesos se inflaman y se desgarran.

La tendinitis está asociada con un estiramiento excesivo y repetitivo ocasionado por el uso excesivo de ciertos músculos.



PLEGADO

Posiciones detectadas como peligrosas o significativas durante el plegado del patinete.



POSIBLES PATOLOGÍAS

El hecho de plegar el patinete con una unión tipo rosca puede causar una **tenosinovitis estenosante del dedo** debido a una flexión de dedos combinada con una flexión de muñeca y además ejerciendo una fuerza para hacer móvil la unión. También podemos detectar una posible patología de **Quervain**, ya que hay una extensión

de muñeca y flexión.

Del mismo modo podemos padecer un **síndrome del túnel carpiano** ejerciendo el movimiento anteriormente citado, pero a parte con una aplicación de la fuerza.

Finalmente, por los numerosos síntomas citados, es aconsejable no utilizar ninguna unión la unión tipo rosca.

TRANSPORTE

Posiciones detectadas como peligrosas o significativas durante el transporte del patinete.

9 kg

POSIBLES PATOLOGÍAS

Una actividad de manipulación de peso con flexión de muñeca puede generar en el individuo una patología de tipo **túnel carpiano**, debido a la flexión/extensión de muñeca con aplicación de fuerza.

Del mismo modo, cargar el peso en un lateral del cuerpo puede provocar una desviación del plano sagital.

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Medidas que hemos tenido en cuenta para el diseño de nuestro patinete considerando que este crece con el usuario.



ALTURA DE CODOS Y TROCANTER

Consideramos las medidas mínima y máxima para el diseño del eje de dirección extensible.



ALTURA DEL TROCÁNTER

EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	69,9	84,7	72	84,1
18 - 25	78	92	72	84,5
26 - 40	76,5	91	71	83

ALTURA DE CODOS

EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	77	89	77,6	91,3
18 - 25	104,5	119	97	110
26 - 40	104	118,5	96,5	109

Para la altura máxima del manillar consideramos el percentil 95 de hombres, tanto la altura de los codos como del trocánter. Encontramos que la altura máxima

tiene que ser de $(92+119) / 2 = 105,5\text{cm}$. Del mismo modo, para saber la altura mínima consideramos la media de la altura de los codos de niño, percentil

5, y la altura del trocánter de niño, percentil 5, encontrando de esta manera un valor mínimo de 73,25 cm.

LARGO DEL ANTEBRAZO

Medida a considerar para el diseño de las patas extensibles y poder modificar la longitud para evitar la extensión de los brazos.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	31	35,2	30,8	35,5
18 - 25	33	39,5	30	36
26 - 40	22,5	39	29,5	35

ANCHO DE CODOS

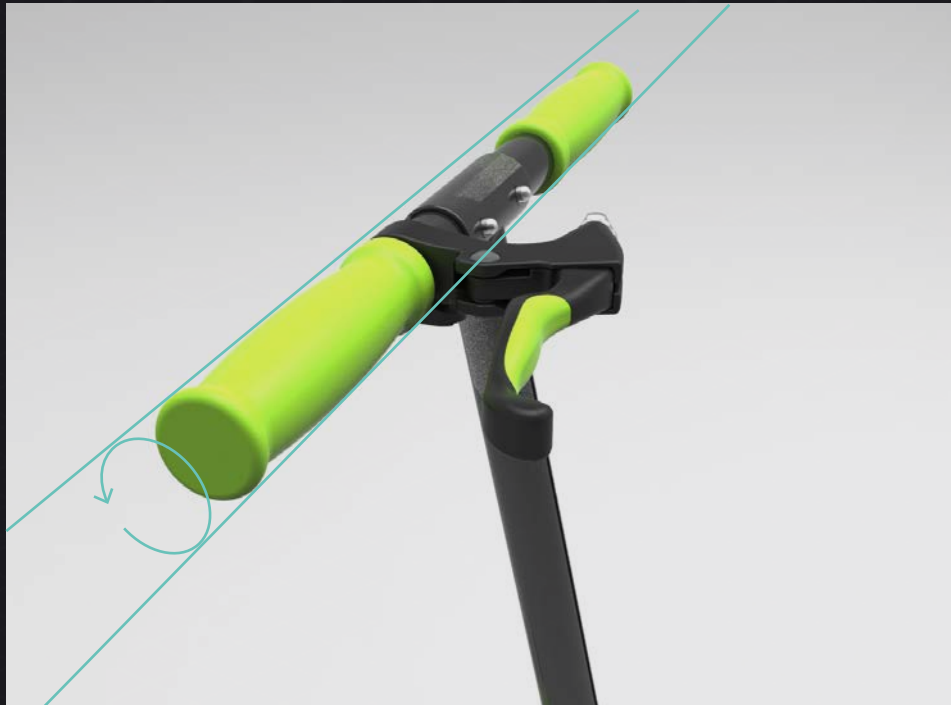
Utilizamos la medida máxima para evitar adducción en los adultos, para evitar adducción en los niños diseñamos el agarre del manillar con un diametro variable.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	28,3	38	29,2	38
18 - 25	39,5	54	38,5	54
26 - 40	41	54,5	39	55

PERÍMETRO DE AGARRE

En este caso esta medida nos indica como diseñar el agarre en el manillar a fin de que todas las manos se puedan adaptar, se consigue mediante un diámetro creciente hacia al exterior



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	7,85	10,7	7,85	10,9
18 - 25	12	16	11	15,5
26 - 40	12	15,5	11	15,5

ANCHO DE LA MANO

Longitud que hay que tener en cuenta para que al usuario mayor le pueda caber la mano.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	5,8	7,2	6	7,1
18 - 25	7,9	9,4	6,9	8,2
26 - 40	8	9,4	7	8,4

LARGO DE LA PALMA

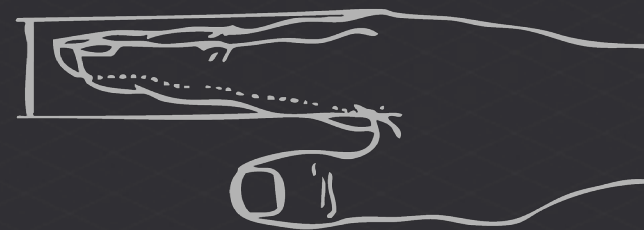
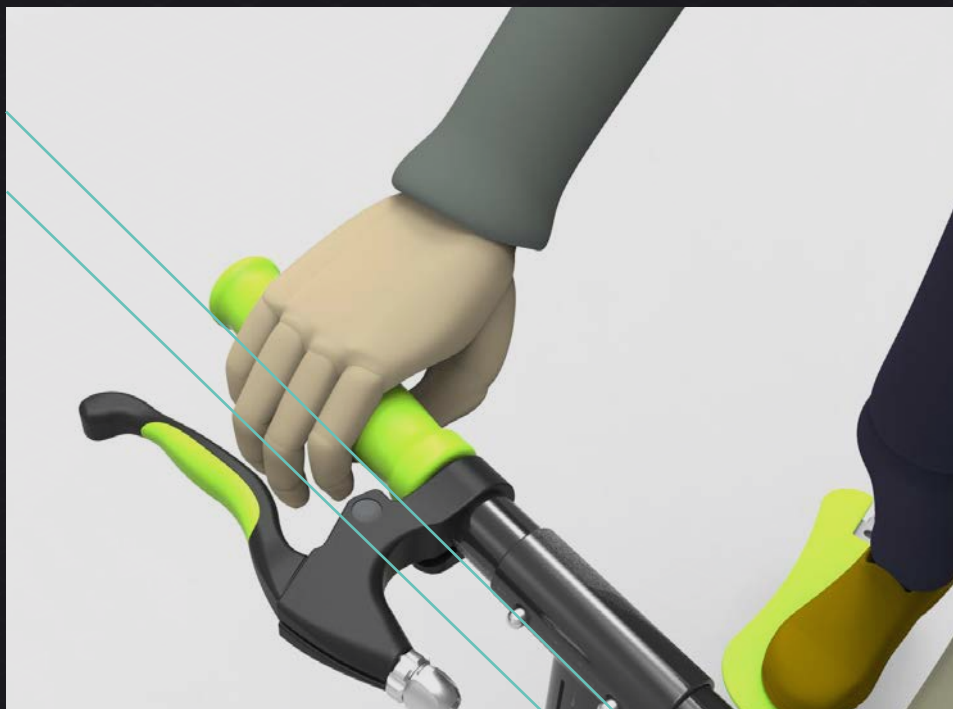
Medida orientativa para la distancia máxima entre el freno y el agarre del patinete.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	7,4	8,8	7,3	8,6
18 - 25	10,3	12,1	9,2	11,2
26 - 40	10,4	12,2	9,3	10,9

GROSOR DE DEDOS

Esta medida nos indica la distancia mínima entre el manillar i la maneta de accionamiento del freno.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	-	-	-	-
18 - 25	2,3	3	2	3,1
26 - 40	2,3	3,1	2,1	3,2

LARGO DE PIE

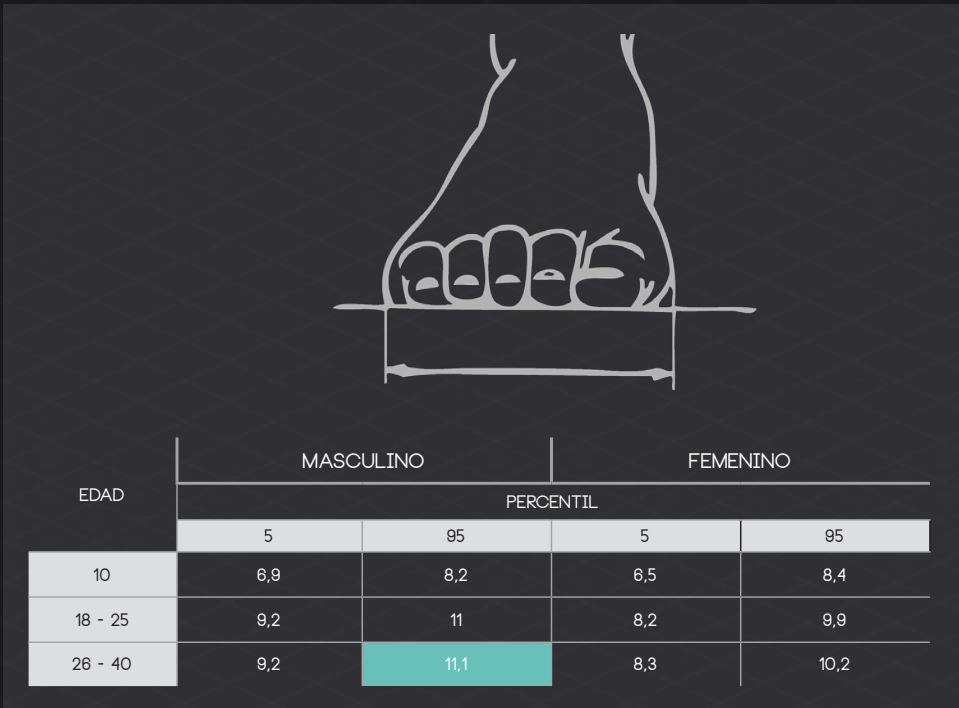
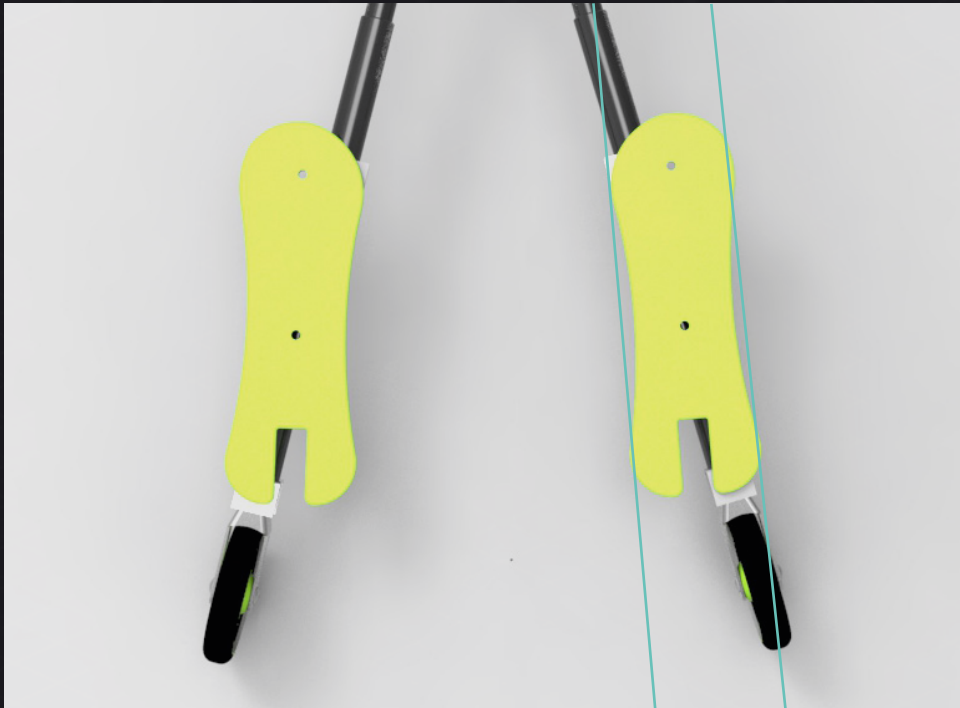
Medida que tenemos en cuenta para diseñar las plataformas para los pies.



EDAD	MASCULINO		FEMENINO	
	PERCENTIL			
	5	95	5	95
10	20	22,5	19,5	22,8
18 - 25	24,5	29	22,5	26,5
26 - 40	24,5	28,5	22,5	26,5

ANCHO DE PIE

Medida que tenemos en cuenta para diseñar las plataformas para los pies.



EVALUACIÓN DE NUESTRO DISEÑO

Análisis RULA de tres posiciones: El patinete en uso, extensión del eje de dirección y plegado tipo pinza.



EXTENSIÓN DEL EJE DE DIRECCIÓN

Step 1 : Upper Arm Position Assessment

Adjust: Raised shoulder > 25° or shoulder extension: +1
If upper arm is abducted > 60° and action > 4/minute or more: +1
If upper arm is abducted > 20° and posture static or action > 4/minute: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = 3

Step 2 : Lower Arm Position Assessment

Adjust: If arm is working across midline of the body: +1
If arm out to side of body > 15°: +1

Final Lower Arm Score = 3

Step 3 : Wrist Position Assessment

Adjust: If wrist is bent from the midline > 10°: +1

Final Wrist Score = 1

Step 4 : Wrist Twist

If wrist is twisted mainly in mid-range < 70°: +1
If twist at or near end of twisting range > 70°: +2

Wrist Twist Score = 1

Step 5 : Look-up Posture Score in Table A
Use values from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Step 6 : Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute): +1
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Step 7 : Add Force/load Score
If load less than 2 kg (intermittent): +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 8 : Find Row in Table C

NERPA Assessment Worksheet

TABLE A

	Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
			1		2		3		4	
			Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
			2	2	2	2	2	3	3	3
			3	2	3	3	3	3	4	4
2	2	2	1	2	3	2	3	3	3	4
			2	3	3	3	3	3	3	4
			3	3	3	4	4	4	4	5
3	3	3	1	3	3	4	4	4	4	5
			2	3	4	4	4	4	4	5
			3	4	4	4	4	4	5	5
4	4	4	1	4	4	4	4	4	5	5
			2	4	4	4	4	4	5	5
			3	4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	1	5	5	5	5	5	6	7
			2	5	6	6	6	6	7	7
			3	6	6	6	7	7	7	8

TABLE C (FINAL SCORE)

Arm and Wrist	Neck, Trunk And Legs						
	1	2	3	4	5	6	+7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	6	6	6	6	7	7	7
8	6	6	6	7	7	7	7

Final Score = 4

FINAL SCORE
1 or 2 = Acceptable
3 or 4 investigate further
5 or 6 investigate further and change soon
7 investigate and change immediately

Step 9: Neck Position Assessment

Adjust: If neck is twisted > 10°: +1
If neck is side-bending > 10°: +1

Final Neck Score = 2

Step 10: Trunk Position Assessment

Adjust: If trunk is twisted > 10°: +1
If trunk is side-bending > 10°: +1

Final Trunk Score = 2

Step 11: Legs
If legs & feet supported and balanced: +1
If not: +2

Legs Score = 2

TABLE B

Neck	Trunk											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	
5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
6	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	

Step 12: Look-up Posture Score in Table B
Use values from steps 9,10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static or; If action 4/minute or more: +1

Step 14: Add Force/load Score
If load less than 2 kg (intermittent): +0
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C



PLEGADO TIPO PINZA

NERPA Assessment Worksheet

Step 1 : Upper Arm Position Assessment

Adjust: Raised shoulder > 25° or shoulder extension: +1
If upper arm is abducted > 60° and action > 4/minute or more: +1
If upper arm is abducted > 20° and posture static or action > 4/minute: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = 2

Step 2 : Lower Arm Position Assessment

Adjust: If arm is working across midline of the body: +1
If arm out to side of body > 15°: +1

Final Lower Arm Score = 2

Step 3 : Wrist Position Assessment

Adjust: If wrist is bent from the midline > 10°: +1

Final Wrist Score = 2

Step 4 : Wrist Twist

Adjust: If wrist is twisted mainly in mid-range < 70°: +1
If twist at or near end of twisting range > 70°: +2

Wrist Twist Score = 1

Step 5 : Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Step 6 : Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute): +1
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Step 7 : Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 8 : Find Row in Table C

Step 9 : Neck Position Assessment

Adjust: If neck is twisted > 10°: +1
If neck is side-bending > 10°: +1

Final Neck Score = 2

Step 10 : Trunk Position Assessment

Adjust: If trunk is twisted > 10°: +1; If trunk is side-bending > 10°: +1

Final Trunk Score = 2

Step 11 : Legs

If legs & feet supported and balanced: +1
If not: +2

Legs Score = 1

TABLE A

	Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
			1		2		3		4	
			Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	
1	2	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		2	2	2	2	2	3	3	3	3
		3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	3	1	2	3	2	3	3	3	4	4
		2	3	3	3	3	3	3	4	4
		3	3	3	4	4	4	4	5	5
3	4	1	3	3	4	4	4	4	5	5
		2	3	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	5	1	4	4	4	4	4	5	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5	5
		3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	6	1	5	5	5	5	5	6	6	7
		2	5	6	6	6	6	7	7	7
		3	6	6	6	7	7	7	7	8

TABLE C (FINAL SCORE)

Arm and Wrist	Neck, Trunk And Legs						
	1	2	3	4	5	6	+7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	6	6	6	6	7	7	7
8	6	6	6	7	7	7	7

Final Score = 3

FINAL SCORE
1 or 2 = Acceptable
3 or 4 investigate further
5 or 6 investigate further and change soon
7 investigate and change immediately

TABLE B

Neck	Trunk											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
2	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	
3	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	
4	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	
5	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	
6	5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	
7	6	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	

Step 12 : Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9,10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Step 13 : Add Muscle Use Score

If posture mainly static or; If action 4/minute or more: +1

Step 14 : Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 15 : Find Column in Table C



PATINANDO

Step 1 : Upper Arm Position Assessment

Adjust:

- Raised shoulder > 25° or shoulder extension: +1
- If upper arm is abducted > 60° and action > 4/minute or more: +1
- If upper arm is abducted > 20° and posture static or action > 4/minute: +1
- If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = **2**

Step 2 : Lower Arm Position Assessment

Adjust:

- If arm is working across midline of the body: +1
- If arm out to side of body > 15°: +1

Final Lower Arm Score = **3**

Step 3 : Wrist Position Assessment

Adjust:

- If wrist is bent from the midline > 10°: +1

Final Wrist Score = **2**

Step 4 : Wrist Twist

Adjust:

- If wrist is twisted mainly in mid-range < 70°: +1
- If twist at or near end of twisting range > 70°: +2

Wrist Twist Score = **1**

Step 5 : Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute)
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C

NERPA Assessment Worksheet

	Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
			1		2		3		4	
			Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
			2	2	2	2	2	3	3	3
			3	2	3	3	3	3	4	4
2	2	2	1	2	3	2	3	3	3	4
			2	3	3	3	3	3	3	4
			3	3	3	4	4	4	5	5
3	3	3	1	3	3	4	4	4	4	5
			2	3	4	4	4	4	5	5
			3	4	4	4	4	4	5	5
4	4	4	1	4	4	4	4	4	5	5
			2	4	4	4	4	4	5	5
			3	4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	1	5	5	5	5	5	6	7
			2	5	6	6	6	6	7	7
			3	6	6	6	7	7	7	8

Arm and Wrist	Neck, Trunk And Legs						
	1	2	3	4	5	6	+7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	6	6	6	6	7	7	7
8	6	6	6	7	7	7	7

Final Score = **4**

FINAL SCORE
1 or 2 = Acceptable
3 or 4 investigate further
5 or 6 investigate further and change soon
7 investigate and change immediately

Step 9: Neck Position Assessment

Adjust:

- If neck is twisted > 10°: +1
- If neck is side-bending > 10°: +1

Final Neck Score = **1**

Step 10: Trunk Position Assessment

Adjust:

- If trunk is twisted > 10°: +1
- If trunk is side-bending > 10°: +1

Final Trunk Score = **1**

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1
If not: +2

Legs Score = **1**

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9,10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Neck	Trunk											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	
5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
6	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	

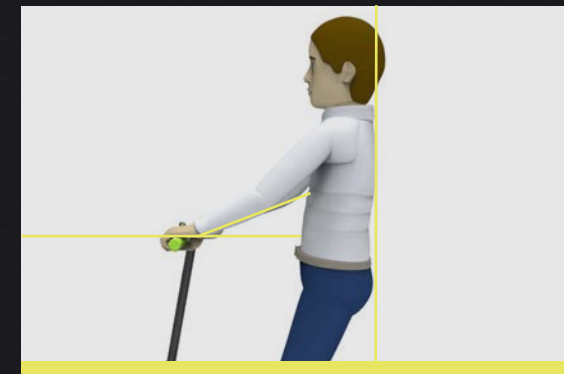
Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or;
If action 4/minute or more: +1

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C



CONCLUSIONES

Resumen del análisis tipo rula y las mejoras realizadas en nuestro patinete en comparación al ya existente en el mercado Trywil.



RULA

Obtenemos unas valoraciones del análisis tipo rula de entre 3 y 4, lo que quiere decir que el diseño es ergonómico pero está pendiente a mejoras, por lo tanto se recomienda una revisión del diseño.



MEJORAS

Primeramente, hemos diseñado un patinete que **crezca con el individuo** adaptándose a sus necesidades, a partir de piezas extensibles.

Los sistemas de **plegado** han sido mejorados a partir de la **disminución de esfuerzo y del tiempo** que se emplea para plegarlo.

También hemos evitado todo tipo de uniones amovibles tipo rosca para evitar posibles patologías descritas anteriormente.

Aún estando pendiente el análisis y estudio del material del patinete de cara a reducir el peso para su transporte, pero el **diseño** es mucho más **compacto**, lo que lo hace más ergonómico a la hora de transportarlo, ya que se puede colocar en una mochila para tablas de skate.