حمل دستي بار

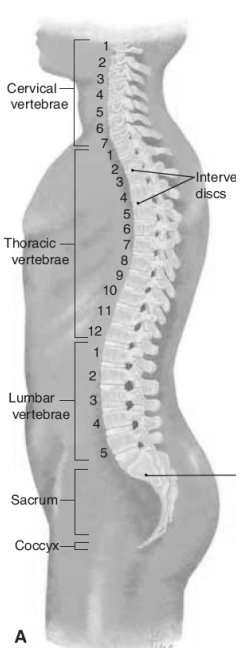
1

اهميت حمل دستي بار در محيط هاي كار

- بيشتر حوادث اتفاق افتاده در صنايع مربوط به حمل دستي مواد مي شود.
- در USA هر ساله ۵۰۰ هزار كارگر از اثرات جراحات اعمال نيروي بيش از حد (overexertion injury) رنج مي برند.
- ۶۰% اين جراحات مربوط به بلند كردن اشياء و ۲۰% مربوط به هل دادن/ كشيدن مي باشد. .(NIOSH, 1981)
- در انگلستان با كاهش ۱۰ درصدي جراحات حمل دستي مواد، در حدود ۱۷۰ ميليون پوند ذخيره ارزي بوجود مي آيد.
- در افرادي كه روزانه بارهاي ۲۵ كيلوگرمي بلند مي كنند، ريسک ايجاد كمر درد بيشتر از ۱۵ برابر مي باشد.

2

ستون فقرات



3

انحناهاي ستون فقرات

١- انحناي گردني (Cervical Curvature)

٢- انحناي پشتي يا سينه اي (Thoracic Curvature)

٣- انحناي كمري (Lumbar Curvature)

۴- انحناي ساكروم (Sacral Curvature)

4

نقش انحناهاي ستون فقرات

انحناهاي ستون فقرات مقاومت آن را در برابر نيروهاي اعمال شده افزايش مي دهد.

$R= N^2 +1$

در حالت طبيعي N=3 مي باشد و مقاومت برابر ۱۰ است.

- اگر N=2 در آنصورت ، مقاومت برابر ۵ مي باشد
- اگر N=1 در آنصورت، مقاومت برابر ۲ مي باشد.

5

شاخص دلماکس

- براي بررسي انحناهاي ستون فقرات از شاخصي به نام شاخص دلماکس استفاده مي شود(**Delmax Index**)
- در حالت طبيعي مقدار اين شاخص ۹۵ (۹۴ تا ۹۶) مي باشد.
- اگر قوسهاي ستون فقرات تشديد شود مقدار شاخص کاهش مي يابد.
- اگر مقدار شاخص به عدد ۱۰۰ نزديک شود به اين مفهوم است که انحناهاي ستون فقرات از بين رفته است

6

شاخص دلماکس

$$DI = \frac{\text{طول طبیعی ستون فقرات از مهره اطس}(C_1)\text{ تا اولین مهره خاجی }(S_1)}{\text{طول ستون فقرات از مهره اطس تا اولین مهره خاجی در حالت کشیده}} \times ۱۰۰$$

7

ديسكهاي بين مهره اي

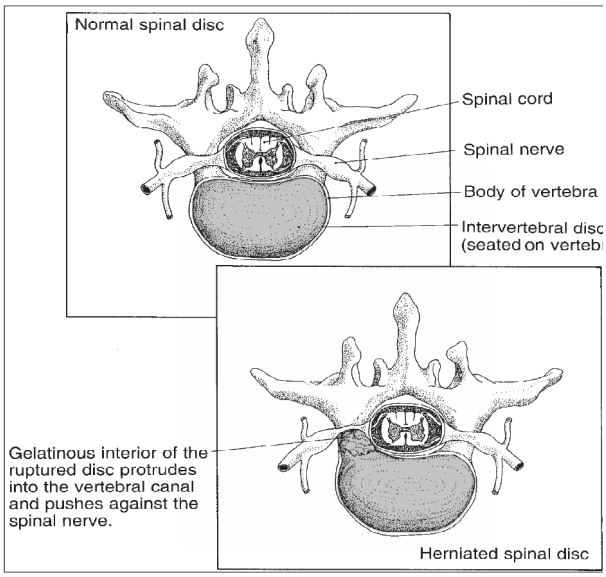
ضخامت ديسكهاي بين مهره اي:

هرچه تحرک ناحيه بيشتر باشد ضخامت ديسكهاي بين مهره اي آن ناحيه بيشتر خواهد بود.

- ديسكهاي گردني : ۳ ميلي متر
- ديسكهاي پشتي (سينه اي) : ۵ ميلي متر
- ديسكهاي كمري : ۹ ميلي متر

در بلند كردن بار ناحيه L_4-L_5 و L_5-S_1 ستون فقرات اهميت بيشتري دارد (بيشتر در معرض خطر است)

8



9

محاسبات بيومكانيكي براي ناحيه L_5-S_1

براي انجام محاسبات بايد چندين فرض در نظر گرفته شود:

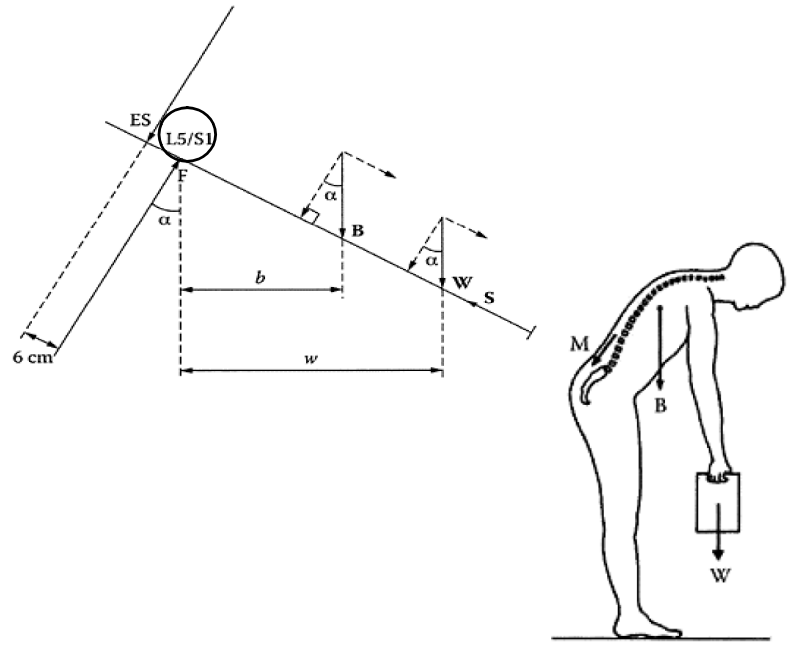
۱- وزن فرد : ۷۵ كيلوگرم

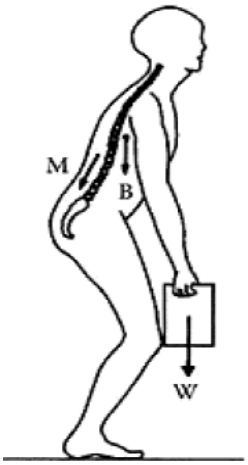
۲- وزن قسمت بالائي تنه : ۶۵% وزن كل بدن

۳- طول بازوي گشتاور از عضله راست كننده ستون فقرات تا صفحه بين مهره اي L_5-S_1 : ۶ سانتي متر

۴- وزن بار : ۲۵ كيلوگرم

10





12

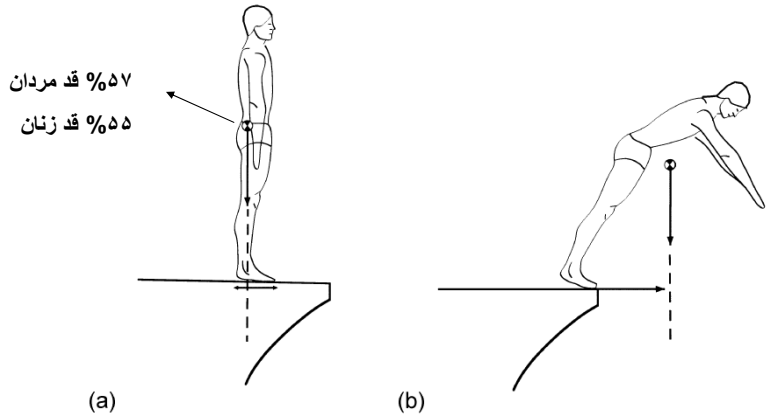


Figure 7.15. The position of the line of gravity relative to the limits of the base of support determines how far the weight must be shifted for gravity to tend to topple the body (a) or the size of the gravitational torque helps create desired rotation (b).

13

مشخصات سيستم حمل بار دستي

در فعالت هاي دستي بلند كردن بار ۳ جزء اصلي وجود دارد

۱- انسان

۲- كار

۳- محيط كار

14

ريسک فاکتورهاي مرتبط با صدمات ايجاد شده در ناحيه کمر در حين انجام فعاليت هاي حمل دستي

- Personal risk factors : age, level of physical conditioning, strength, and medical history
- Environmental risk factors: temperature, lighting, noise, vibration, and friction at the floor.
- Job-related risk factors

weight of the load

location of the load relative to the worker

size and shape of the object moved

frequency of handling

15

عامل انساني

در مورد عامل انسان بايد چند مورد مد نظر قرار بگيرد:

۱- عامل سن

در افراد مسن ظرفيت انجام کار، دامنه حرکت ستون مهره ها، توان عضله، سرعت انقباض عضله،توانايي جذب فشار توسط ديسک بين مهره ها و فشار داخل شکمي کاهش مي يابد.

۲- جنس

بدليل تفاوتهاي آنتروپومتريکي، بيومکانيکي و متغييرهاي فيزيولوژيکي بين دو جنس، حمل بار نيز متفاوت خواهد بود.

توان فيزيکي خانم ها دو سوم توان فيزيکي آقايان است.

قدرت بلند کردن بار در خانم ها ۷۶-۶۰% قدرت بلند کردن بار در آقايان است.

۳- وزن بدن

۴- اطلاعات انتروپومتريکي

۵- تحمل استاتيکي و ديناميکي

۶- آموزش و تجربه

۷- عوامل رواني

16

عامل كار (جزء شغل)

۱- فركانس حمل بار(F)

F عاملي براي تعيين تكراري بودن ونبودن كار مي باشد.

با افزايش F وزن مجاز بار كاهش مي يابد و بالعكس

با افزايش F ميزان مصرف انرژي بيشتر مي شود.

۲- مدت زمان انجام كار (T)

با افزايش T مصرف انرژي بيشتر شده، تحمل فرد كمتر شده و ضربان قلب افزايش مي يابد.

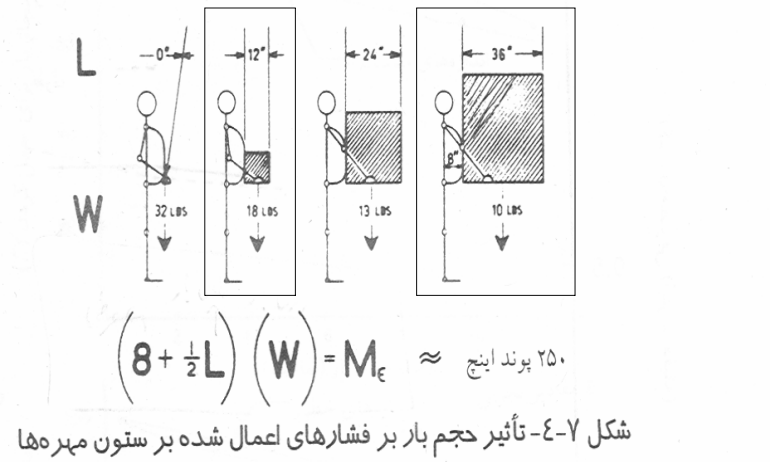
۳- ابعاد بار

حجم بار مي تواند بر مقدار فشارهاي وارده بر ستون مهره ها تاثيرگذار باشد.

براي محاسبه گشتاور وارده بر ستون فقرات رابطه زير ارائه شده است.

$$M = W(\frac{L}{2} + 8)$$

17



شكل ۷-٤- تأثير حجم بار بر فشارهای اعمال شده بر ستون مهره‌ها

18

۴- شكل بار

تاثير زيادي ندارد . ولي بارهاي كيسه اي شكل نسبت به بارهاي جعبه اي راحتتر حمل مي شوند.

۵- محل جفت شدن دست بر بار و جفت شدن پا بر زمين

بارهاي بدون دسته توانايي حمل را ۱۵% كاهش مي دهند

۶- وضعيت (پوسچر) بدن در حين بلند كردن بار

روشهاي مختلفي براي بلند كردن بار وجود دارد:

الف) وضعيت استوپ stoop (back lift)

ب) وضعيت اسكات squat (leg lift)

ج) وضعيت آزاد (نيمه خميده) free style

19

حالت استوپ:

نيروي اعمال شده براي بلند كردن بار توسط عضلات پشت تامين مي شود. زانوها خم نمي شود و فشار زيادي به ستون فقرات وارد مي شود.

حالت اسكات:

عضلات پا در بلند كردن سهم بيشتري دارند. زانوها خميده شده و پشت راست و كشيده است.

حالت نيمه خميده :

فرد با شرايط دلخواه بار را بلند مي كند.

- در وضعيت اسكات ميزان مصرف انرژي بيشتر از حالت استوپ است.(بايد تنه فرد نيز همراه بار بلند شود)
- خستگي ايجاد شده در حالت آزاد كمتر از دو حالت ديگر است.
- از ديدگاه بيومكانيكي حالت اسكات مناسب مي باشد اما از ديدگاه مصرف انرژي و ميزان خستگي وضعيت آزاد بهتر است.
- درصورتيكه بار حجيم باشد بايد از روش استوپ استفاده كرد.

20

جزء محيطي

شرايط محيطي مانند شرايط جوي، صدا، روشنايي و ارتعاش مي توانند بر حمل بار و بلند كردن آن تاثير گذار باشند.

بار حرارتي مي تواند بر عوامل سايكولوژيک و فيزيولوژيک افراد تاثير بگذارد.

اگر مقدارشاخص**WBGT** از ۱۷/۲ به ۲۷ درجه سانتي گراد برسد، ظرفيت افراد در بلند كردن ۲۰% و در هل دادن و جابجائي بار ۱۶% و ۱۱% كاهش مي يابد.

21

تعيين حدود مجاز حمل بار

۱- روش محاسباتي NIOSH

راهنماي سال ۱۹۸۱

راهنماي سال ۱۹۹۱:

۳ معيار :بيومكانيكي ، فيزيولوژيک و رواني- اجتماعي

معيار بيومكانيكي: (مهم ترين معيار) بر مبناي محاسبه نيروهاي فشارنده در ناحيه L_5-S_1 استوار است.

بر پايه مطالعات بيشترين نيروي فشارنده بين مهره اي ۳/۴ كيلو نيوتون تعيين شده است

معيار فيزيولوژيک : فشار متابوليكي و خستگي ماهيچه اي با اين معيار ارزيابي مي شود.

- اگر بلند كردن بار در مدت زمان بيشتري انجام شود اين معيار نيز اهميت پيدا مي نمايد.
- براي محدود كردن خستگي بيشترين ميزان كار هوازي .9.5 kcal/min تعيين شده است

معيار رواني- اجتماعي : به پذيرش بلند كردن بار از طرف كارگر اشاره دارد. به عنوان مبنا بار بايد براي ۷۵% زنان و ۹۹% مردان پذيرفتني باشد.

با برقراري ارتباط بين ۳ معيار گفته شده معادله اي با نام "حد وزن توصيه شده"**RWL** ارائه شده است.

22

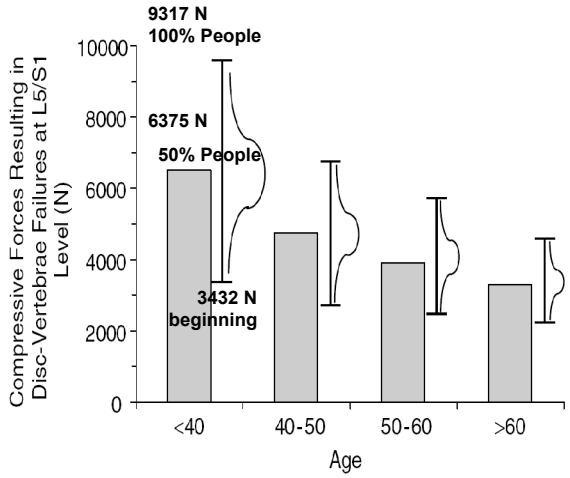


FIGURE 11.10 Mean and range of disc compression failures by age. (Adapted from National In Occupational Safety and Health (NIOSH) Work practices guide for manual lifting, Department of H Human Services (DHHS), NIOSH, Cincinnati, OH, 81–122, 1981. With permission.)

23

معادله حد وزن توصیه شده

RWL=LC×HM×VM×DM×AM×FM×CM

	Metric	U.S. Customary
LC, Load constant	23 kg	51 lb
HM, Horizontal multiplier	$(25/H)$	$(10/H)$
VM, Vertical multiplier	$1-(0.003 \mid V-75 \mid)$	$1-(0.0075 \mid V-30 \mid)$
DM, Distance multiplier	$0.82+(4.5/D)$	$0.82+(1.8/D)$
AM, Asymmetric multiplier	$1-(0.0032\,A)$	$1-(0.0032\,A)$
FM, Frequency multiplier	From Table 46.5	From Table 46.5
CM, Coupling multiplier	From Table 46.7	From Table 46.7

24

متغيرها

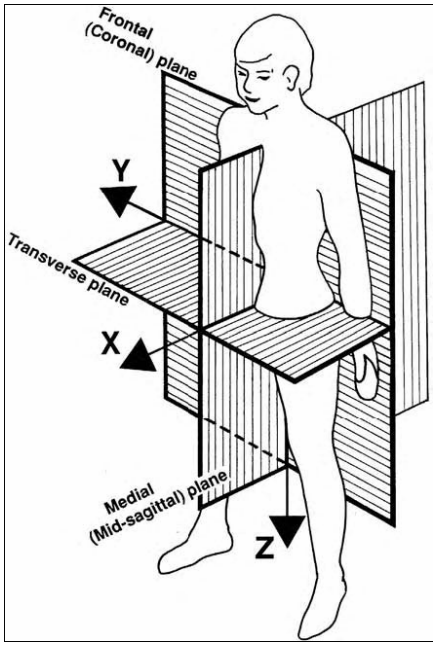
H: فاصله افقي دستها از نقطه مياني دو قوزک پا

V: فاصله عمودي دستها از سطح زمين

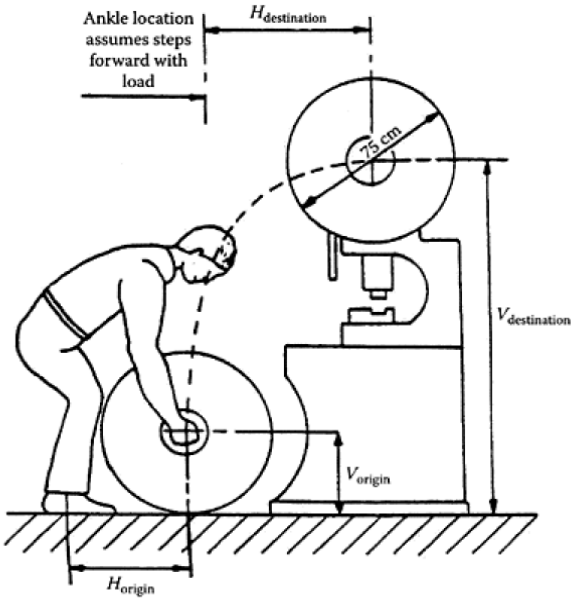
D: فاصله عمودي ميان مبدا و مقصد بلند کردن

A : زاويه عدم تقارن(جابجائي زاويه اي بار نسبت به صفحه ساجيتال)

25



26



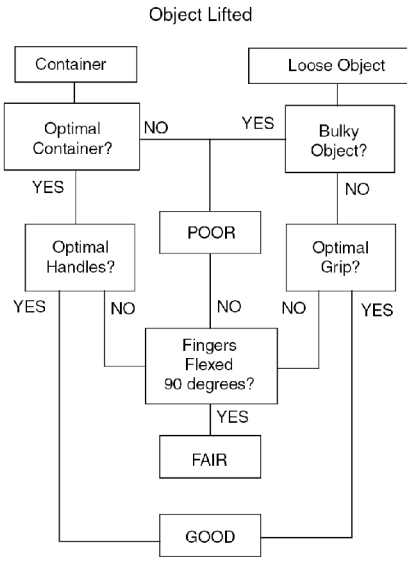
27

Table 3.6 Frequency multiplier (FM).

	Work duration					
	≤1 hour		≤2 hours		≤8 hours	
Frequency lifts/min	$V < 75$	$V \geq 75$	$V < 75$	$V \geq 75$	$V < 75$	$V \geq 75$
0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

28

چارت بدست آوردن نوع جفت شدن دست



29

TABLE 46.7 Coupling Multiplier

Coupling Type	Coupling Multiplier	
	$V < 30$ in. (75 cm)	$V \geq 30$ in. (75 cm)
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.90	0.90

30

TABLE 46.1 Horizontal Multiplier

H (in.)	HM	H (cm)	HM
≤ 10	1.00	≤ 25	1.00
11	0.91	28	0.89
12	0.83	30	0.83
13	0.77	32	0.78
14	0.71	34	0.74
15	0.67	36	0.69
16	0.63	38	0.66
17	0.59	40	0.63
18	0.56	42	0.60
19	0.53	44	0.57
20	0.50	46	0.54
21	0.48	48	0.52
22	0.46	50	0.50
23	0.44	52	0.48
24	0.42	54	0.46
25	0.40	56	0.45
>25	0.00	58	0.43
		60	0.42
		63	0.40
		>63	0.00

31

Horizontal distance (H) should be measured. In those situations where the H value cannot be measured, then H may be approximated from the following equations:

Metric (all distances in cm)	U.S. Customary (all distances in in.)
$H = 20 + W/2$ for $V \geq 25$ cm	$H = 8 + W/2$ for $V \geq 10$ in.
$H = 25 + W/2$ for $V < 25$ cm	$H = 10 + W/2$ for $V < 10$ in.

32

TABLE 46.2 Vertical Multiplier

V (in.)	VM	*V* (cm)	VM
0	0.78	0	0.78
5	0.81	10	0.81
10	0.85	20	0.84
15	0.89	30	0.87
20	0.93	40	0.90
25	0.96	50	0.93
30	1.00	60	0.96
35	0.96	70	0.99
40	0.93	80	0.99
45	0.89	90	0.96
50	0.85	100	0.93
55	0.81	110	0.90
60	0.78	120	0.87
65	0.74	130	0.84
70	0.70	140	0.81
>70	0.00	150	0.78
		160	0.75
		170	0.72
		175	0.70
		>175	0.00

33

TABLE 46.3 Distance Multiplier

D (in.)	DM	*D* (cm)	DM
≤10	1.00	≤25	1.00
15	0.94	40	0.93
20	0.91	55	0.90
25	0.89	70	0.88
30	0.88	85	0.87
35	0.87	100	0.87
40	0.87	115	0.86
45	0.86	130	0.86
50	0.86	145	0.85
55	0.85	160	0.85
60	0.85	175	0.85
70	0.85	>175	0.00
>70	0.00		

34

TABLE 46.4 Asymmetric Multiplier

A (°)	AM
0	1.00
15	0.95
30	0.90
45	0.86
60	0.81
75	0.76
90	0.71
105	0.66
120	0.62
135	0.57
>135	0.00

35

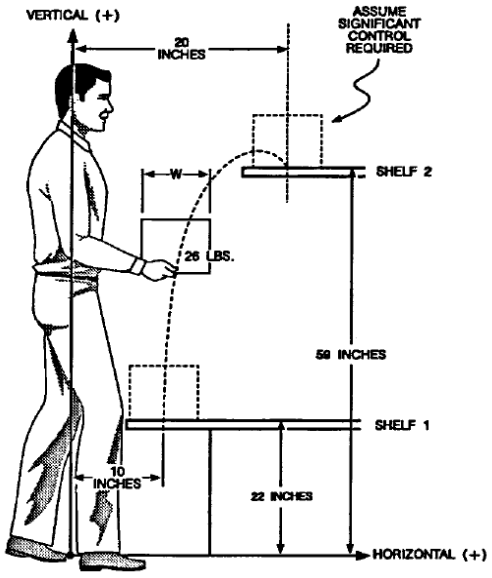


Figure 13 Package Inspection, Example 4

36

JOB ANALYSIS WORKSHEET

DEPARTMENT: Quality Control
JOB TITLE: Packing Inspector
ANALYST'S NAME:
DATE:
JOB DESCRIPTION: Inspect packages
Example 4

STEP 1. Measure and record task variables

Object Weight (lbs)		Hand Location (in)				Vertical Distance (in)	Asymmetric Angle (degrees)		Frequency Rate lifts/min	Duration (HRS)	Object Coupling
		Origin		Dest.			Origin	Destination			
L (AVG.)	L (Max.)	H	V	H	V	D	A	A	F		C
26	26	10	22	20	59	37	0	0	3	.75	Fair

STEP 2. Determine the multipliers and compute the RWL's

RWL = LC × HM × VM × DM × AM × FM × CM

ORIGIN: RWL = 51 × 1.0 × .94 × .87 × 1.0 × .88 × .95 = 34.9 Lbs

DESTINATION: RWL = 51 × .50 × .78 × .87 × 1.0 × .88 × 1.0 = 15.2 Lbs

STEP 3. Compute the LIFTING INDEX

ORIGIN: LIFTING INDEX = OBJECT WEIGHT (L) / RWL = 26 / 34.9 = .8

DESTINATION: LIFTING INDEX = OBJECT WEIGHT (L) / RWL = 26 / 15.2 = 1.7

Figure 14: Example 4, Job Analysis Worksheet

37

شاخص بلند کردن بار

شاخص بلند کردن بار (LI) برآوردي ساده از خطر رخ دادن آسيب ناشي از فعاليت جسماني بيش از اندازه در بلند کردن دستي بار بدست مي دهد.

LI=(Load of weight)/(Recommended weight limit)=*L*/RWL

LI نبايد بيشتر از ۳ باشد.

- اگر ۱ ≥ LI : خطر آسيب کمري وجود ندارد
- اگر ۳ > LI> ۱ : احتمال اسيب وجود دارد (طرح هاي ارگونوميک براي کاهش LI به مقدار ۱ لازم مي باشد)
- اگر۳ ≤ LI : خطر آسيب کمري زياد است (تغيير سيستم کار و استفاده از روشهاي خودکار)

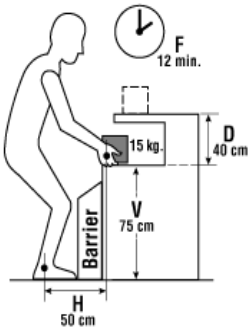
38

NIOSH Lifting Equation Constraints

The NIOSH Lifting Equation does not apply if any of the following occur:

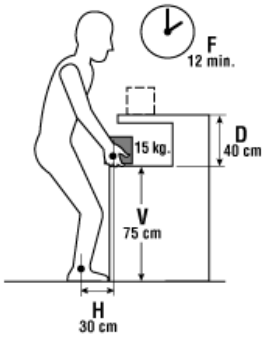
- Lifting/lowering with one hand.
- Lifting/lowering for over 8 hours.
- Lifting/lowering while seated or kneeling.
- Lifting/lowering in a restricted work space.
- Lifting/lowering unstable objects.
- Lifting/lowering while carrying, pushing, or pulling.
- Lifting/lowering with high-speed motion (faster than 30 inches/second).
- Lifting/lowering with unreasonable foot floor coupling (<0.4 coefficient of friction between the sole and the floor).
- Lifting/lowering in an unfavorable environment (i.e., temperature significantly outside of 66-79 degree F range; relative humidity outside 35-50% range.

39



H (Horizontal Distance) = 50 cm
V (Vertical Distance) = 75 cm
D (Lifting/ carrying Distance)= 40 cm
F (Frequency) = 12 min
A (Angle) = 0°
C (Coupling/quality of grip)= fair

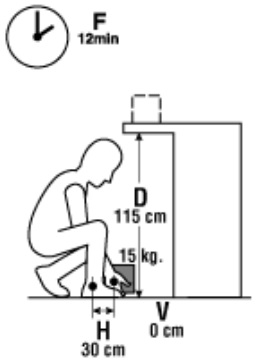
RWL = 10.9 kg



H (Horizontal Distance) = 30 cm
V (Vertical Distance) = 75 cm
D (Lifting/ carrying Distance)= 40 cm
F (Frequency) = 12 min
A (Angle) = 0°
C (Coupling/quality of grip)= fair

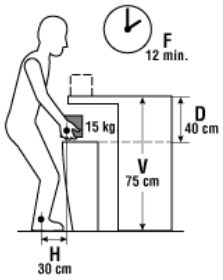
RWL = 17.5 kg

40



H (Horizontal Distance) = 30 cm
V (Vertical Distance) = 0 cm
D (Lifting/ carrying Distance) =115 cm
F (Frequency) =12 min
A (Angle) =0°C
(Coupling/quality of grip)=poor

RWL = 11.4 kg



H (Horizontal Distance) = 30 cm
V (Vertical Distance) = 75 cm
D (Lifting/ carrying Distance) =40 cm
F (Frequency) =12 min
A (Angle) =0°C
(Coupling/quality of grip)=poor

RWL = 15.7 kg

41

TABLE 46.9 General Design/Redesign Suggestions

If HM is less than 1.0	Bring the load closer to the worker by removing any horizontal barriers or reducing the size of the object. Lifts near the floor should be avoided; if unavoidable, the object should fit easily between the legs
If VM is less than 1.0	Raise/lower the origin/destination of the lift. Avoid lifting near the floor or above the shoulders
If DM is less than 1.0	Reduce the vertical distance between the origin and the destination of the lift
If AM is less than 1.0	Move the origin and destination of the lift closer together to reduce the angle of twist, or move the origin and destination further apart to force the worker to turn the feet and step, rather than twist the body
If FM is less than 1.0	Reduce the lifting frequency rate, reduce the lifting duration, or provide longer recovery periods (i.e., light work period)
If CM is less than 1.0	Improve the hand-to-object coupling by providing optimal containers with handles or handhold cutouts, or improve the handholds for irregular objects
If the RWL at the destination is less than at the origin	Eliminate the need for significant control of the object at the destination by redesigning the job or modifying the container/object characteristics

42

معادله ۱۹۸۱ NIOSH

در این دستورالعمل دو فاکتور وجود دارد:

۱- حد فعالیت **Action Limit (AL)**

۲- حداکثر مقدار قابل قبول **(Maximum Permissible Limit (MPL**

MPL= 3 AL

AL = 40 (15/H) [1-(0.004|V-75|] (0.7 + 7.5/D) (1-F/FMax) (Metric)

AL = 90 (6/H) x [1-(0.01 x |V-30|)] x {0.7+(3/D) x [1-(F/Fmax)] (U.S. Customary)

43

دستور کار بلند کردن بار در انگلستان

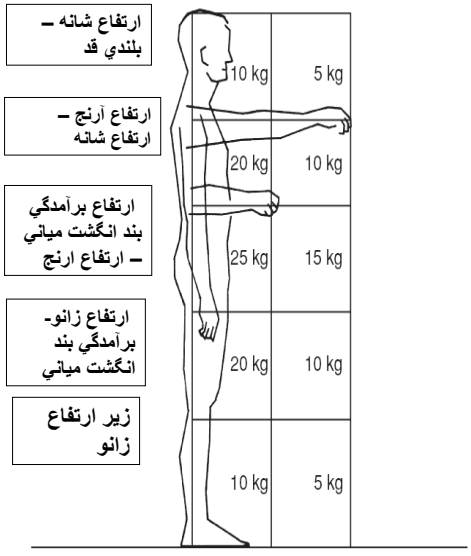


Figure 6.7 Recommended loads for lifting. (UK Manual Handling Regulations, reproduced with permission.)

44