

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) American Journal of Industrial Medicine (2) Ergonomics (3) Applied Ergonomics (4) International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (5) 労働衛生 (6) Industrial Ergonomics (7) Scandinavian Journal of Work Environment and Health (8) Human Factors (9) Industrial Health (10) Applied Occupational and Environmental Hygiene (11) Occupational and Environmental Medicine (12) International Journal of Industrial Ergonomics (13) 日本職業・災害医学会会誌 (14) Spine (15) Journal of Occupational Health (16) BMC(BioMedical Central) Musculoskeletal Disorders (17) 日本腰痛会誌 (18) Journal of Occupational and Environmental Medicine (19) AIHA(American Industrial Hygiene Association) Journal (20) Clinical Orthopaedics and Related Research (21) Occupational Medicine Advanced Access (22) International Archives of Occupational and Environmental Health (23) 産業衛生学雑誌 (24) Annal Review of Biomedical Engineering (25) Journal of Occupational Rehabilitation (26) Journal of the American Medical Association (27) Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research (28) Age and gender (29) Pain (30) DHSS(Department of Health and Human Services) publication (31) New England Journal of Medicine | <ul style="list-style-type: none"> (32) Archives of Hellenic Medicine <p>上記検索手続きにより抽出した 120 論文について、以下の 7 領域について論文を大別し研究内容を整理した。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 作業姿勢記述手法 (2) 作業姿勢解析／評価手法 (3) 質問紙法による作業姿勢負担評価手法 (4) 背腰部痛の有無およびその重篤度評価手法 (5) 背腰部痛発症に影響を及ぼす職場環境要因 (6) 背腰部痛の重篤度に影響を及ぼす社会心理的要因 (7) 職業性腰背部障害に関与するリスクファクター <p>4-1-3. 調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 領域別抽出論文数 <p>腰痛関連の 120 文献中、大別した 7 領域における抽出文献数の内訳は、以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 作業姿勢記述手法 9 文献 b. 作業姿勢解析／評価手法 36 文献 c. 質問紙法による作業姿勢負担評価手法 9 文献 d. 背腰部痛の有無およびその重篤度評価手法 14 文献 e. 背腰部痛発症に影響を及ぼす職場環境要因 14 文献 f. 背腰部痛の重篤度に影響を及ぼす社会心理的要因 9 文献 g. 職業性腰背部障害に関与するリスクファクター 29 文献 <ul style="list-style-type: none"> (2) 各領域についての概要 <ul style="list-style-type: none"> a. 作業姿勢記述手法 <p>身体各部位の位置や角度に着目した観察技法による姿勢サンプリングツールは、局所筋骨格系障害のリスクを評価するために産業現場において広く用いられている。OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) 法は産業現場でもっともよく用いられる作業姿勢観察技法のひとつである。対象物の重量も含めて、10-15 秒</p> |
|---|---|

の間隔で観察した作業姿勢の身体部位（腰、上肢、下肢、頭部）ごとに OWAS code の分布を求め、それぞれに筋骨格系障害のリスクの大きさを反映した Action Category(AC) をつけるものである。自動車修理業の作業（KANT, I., NOTERMANS, J. H. V. and BORM, P. J. A., 1990）や牛肉の皮を剥ぐ作業で用いられていた（Das, B., Sengupta, A. K., 2000）。簡便ではあるが、姿勢の記述が粗いため、OWAS 法の分析項目にくわえて動作、道具の使用、取扱い重量と手の動きの記述も含む PATH(Posture, Activity, Tool and Handling) 法が開発されている。PATH 法は、建設業などの、サイクルの長い、またはサイクルがない作業を対象に開発された姿勢サンプリングツールである。（BUCHHOLZ, B., PAQUET, V., PUNNETT, L., LEE, D. and MOIR, S., 1996、FULMER, S., PUNNETT, L., SLINGERLAND, D. T. and EARLE-RICHARDSON, G., 2002）

OWAS 法や PATH 法は全身の姿勢記述に有用であるが、上肢の筋骨格系障害のリスク評価に用いられる姿勢サンプリングツールとしては、RULA (Rapid Upper Limb Assessment) 法がある。OWAS 法と同様に対象物の重量も含め姿勢コード化し、リスクの大きさを反映したアクションカテゴリーをもとに姿勢を評価する手法である。観察された作業と姿勢についてのチェックリストは、最も長いワークサイクルで続いた姿勢もしくは評価システムに基づき最も高負荷の姿勢みるものとして使用される（Fountain, L.J.K. 2003）。フィールドで実際に使用できるツールに対する要望にこたえて開発された姿勢分析ツールとして、REBA (Rapid Entire Body Assessment) 法がある。OWAS 法や RULA 法同様にリスクの大きさを反映したアクションカテゴリーがあり、とりわけ、医療・介護サービスで認められる予測できない作業姿勢に対して感度が高くなるよう設計されている（Hignett, S. and McAtamney, L. 2000.）。国内においてもトヨタ自動車の TVAL (Toyota Verification of Assembly Line) 等、局所筋骨格系負担評価のための姿勢分析ツールが開発されている。しかし、国内で開発された多くの姿勢分析ツールは対象作業場が限定されているため、一般化されるまでには至っていない。豊田らは、腰部

負担に関与する 7つの筋：背筋・腹筋・大殿筋・大腿直筋・大腿屈筋・前脛骨筋・ヒフク筋の筋電図を定量的に評価して腰部負担姿勢の得点化を試みているが対象作業が限定されている（豊田直子, 山田誠二, 1999）

上述した姿勢評価法には以下のようないくつかの欠点が指摘されている。①姿勢を分類する枠組みが実験データに基づいたものではない、②限られた関節の動きのみを対象としている、③特定の状況での利用を前提として作られたものが多い、④ OWAS や RULA などを除いて評価基準をもたない、⑤ RULA の評価基準は生体力学的観点、OWAS の評価基準は作業者の主観的評価によって作られており、実験の結果に基づいたものではない。これに対して LUBA(postural loading on the upper body assessment) 法は、関節の屈曲、伸展等により生ずる身体不快感を表す数値を組み合わせた実験データに基づいて作られている。これにより手、腕、首、肩、腰の姿勢負荷を相対的に数値で表すことができ、静的筋労作時の最大姿勢保持時間とも対応させることができる。また、4つのアクションカテゴリーによる、姿勢負荷の評価基準も設定されている（KEE, D. and KARWOWSKI, W., 2001）。最近、LUBA を開発した同じ研究者らによって、JAIs (Joint Angles of Isocomfort) 法が開発された。JAIs 法では、関節の角度を主観的 comfort level で表すことができるという利点があるものの、主観的 comfort level と筋骨格系障害発症の関連が明確でないという欠点がある。その点、LUBA 法には最大姿勢保持時間から求めたアクションカテゴリーが存在し、対象姿勢の判定が可能である（Kee, D. and Karowowski, W., 2004）。

アメリカ国内で用いられている 3つの観察手法 USA1 (keyserling, 1986), USA2 (Armstrong et al., 1982), USA3 (Genaidly, 1993) とその他の 5つの手法 PEO (Portable ergonomic observation method), VIRA (videofilm technique for registration and analysis of work postures and movements), TRAC (Task recording and analysis on computer), OWAS (Ovako working posture analyzing system), RULA (Rapid upper limb assessment) について、

体の角度による分類基準をもとに比較した論文がある。著者ら、体の角度の基準化がなされていないため、手法間の比較が困難であり、観察手法の標準化の必要性を指摘している (Juul-Kristensen, B., 1997)。観察による作業負荷の評価は比較的安価で、作業を妨げることなく実施することができるという利点がある。しかし、断続的記録は正確性に欠くため、信頼性が問題となる。必要な観察数は (観察期間、頻度や選択する測定手法と関係する) 作業負荷の多様性によって変わる。繰り返し動作の多い作業、少ない作業など、適当な観察数の基準に関して明確なものはない。動的作業では観察結果の再現性が低く、観察者内、間の変動の影響を受けやすい。それ故、比較的動作の少ない作業や一定のパターンの動作を繰り返すような作業に向いていると思われる。

b. 作業姿勢解析／評価手法

作業姿勢と筋骨格系障害の関連を調査した研究の多くは、サイクルタイムの短い作業を対象としている。脊柱にかかる負荷は反復動作や前方への屈曲、捻り運動、側方への屈曲運動時における体幹部のモーメントの関数として変化し、腰部障害のリスク因子として重要な体幹にかかるモーメントとの直線的な関連があるといわれている。このため、多くの研究で、腰背部負担評価のための指標として腰部椎間板圧迫力 (N) が用いられる。腰痛のリスクの評価に、椎間板圧迫力を用いて腰痛リスクを評価した研究では、腰背部 (L5/S1) における圧迫力の増加、高レベルの反復を伴う脊柱への高負荷は、脊柱を支持する組織の疲労障害の確率を高くし、長時間におよぶニュートラルでない姿勢は、腰痛のリスクファクターとなりうると報告している (Das, B., Sengupta, A. K., 2000)。また、腰痛リスクを評価する際に、biomechanical spinal loading model を用いた理論モデルと腰背部障害リスクモデル (Marras et al. 1993) を併用することの有用性も報告されている (MARRAS W.S., DAVIS K.G., KIRKING B.C. and BERTSCHE P.K., 1999, MARRAS W.S., ALLREAD W.G., D.L.BURR and FATHALLAH F.A., 2000)

抽出した文献の腰部椎間板圧迫力の推定

法は、① EMG 等の測定データから生理学的理論に基づき推定する方法、②電子角度計 (Electrogoniometer) 等を使用して得られたデータから力学的モデルに基づき推定する方法、③ビデオカメラにより記録した映像データから力学的モデルにより推定する方法、の3つに大別された。

EMG-assisted biomechanical model を用いて脊椎にかかる荷重モーメントを求めた研究では、動作中の心拍数、持ち上げ矢状モーメントと LBD risk index が持ち上げ重量の減少との関連性が指摘され、生理心理学的手法の有効性を指摘している (JORGENSEN MICHAEL J., DAVIS KERMIT G., KIRKING BRYAN C., 1999)。座位における腰椎の運動と腰椎接合部への負荷を定量的に評価するために、脊柱起立筋の EMG 活動パターンを調べた研究 (CALLAGHAN J.P. and MCGILL S.M., 2001, VANDIEEE J.H., DELOOZE M.P. and HERMANS V., 2001) や、manual handling device の導入と短期間の訓練が腰部への負荷に与える影響を調べるために、腰部の動的モーメント、腰背部の拮抗筋の EMG を測定し、EMG から L4/L5 の圧迫力を推定した研究 (CHAFFIN DON B., STUMP BENJAMIN S., NUSSBAUM MAURY A. and BAKER GERRI, 1999)、腰痛のリスクファクターと筋活動の関係を調査したもの (Veiersted, K.B. 1994) があった。また、EMG の手技手法に関連して、脊柱に対する負荷と疲労の関係を推定するために、指標として反応潜時や平均パワー周波数などを用いることの有効性を指摘した研究 (Granata K. P., Slota G. P. and Wilson S. E. 2004) や、静的な筋活動を評価するときの精度を向上させるために筋肉内挿入電極の採用を提案する研究もみとめられた (Zennaro D., Läubli T., Krebs D., Krueger H. and Klipstein A. 2004)。一方、体幹運動学、動力学、被験者の負荷特性を組み合わせることで、実際の EMG 測定を実施しなくても、脊柱の 3D 負荷の予測を可能にした報告があった (Fathallah F. A., Marras W. S. and Parnianpour M. 1999)

腰部障害 (LBD) 発症リスクへの 3 次元的な体幹の動きの寄与を力学的に評価する研究では、3 軸の電子式ゴニオメーター (Electrogoniometer)

や Lumbar Motion Monitor (LMM) を作業者の体幹部に装着し、作業中の腰椎の角度、角速度、角加速度等を連続的に測定していた (Jansen JP, Burdorf A, Steyerberg E., 2001、MARRAS WILLIAM S., AVENDER STEVEN A.L., LEUGRGANS SUE E., FATHALLAH FADI A.,FERGUSON SUE A., ALLREAD W.GARY and RAJULU SUDHAKAR L., 1995、Hess, J.A., Hecker, S., Weinstein, M. and Lunger, M. 2004)

上述した腰部椎間板圧迫力の推定手法では作業員に対して電極やゴニオメーター等の測定器具の装着が必要なため、測定にあたっては測定者の熟練度や作業員の部分的拘束といったいくつかの制約がある。そこで、作業姿勢の映像データから腰部椎間板圧迫力を推定する試みもなされている。NIOSH の改訂版重量物取り扱い評価式 (the Revised NIOSH Lifting Equation, 1991) は、重量物取り扱い作業における作業限界を算出するための代表的な手法である。本評価式は、最大取扱い重量と1日あたり取扱い回数または1日当たりの総取扱い重量のみでなく、重量物の取扱い位置・持ち上げ距離・体のひねり・荷物の持ち易さなど多くのパラメータをもとに、評価基準としての lifting index を算出することが可能である。但し、片手で作業する場合、座った姿勢あるいはひざまづいた姿勢で作業をする場合、運搬や押したり引いたりするような作業をする場合等では適用することができない。

3つの代表的な推定手法、NIOSH 評価方式、ミシガン大学3次元評価システム、オハイオ州立大学腰部運動モニターシステムを用いて、マニュアルマテリアルハンドリング作業での腰部障害リスクの大きさを評価した研究では、それぞれの評価手法が適応できる作業姿勢に限界があり、いくつかの評価方式を組み合わせることで、相補性が高まり、ひとつの測定では欠落してしまう部分を埋めることが可能となり、作業姿勢の特性に応じた対応ができるとしている。これらの結果は、腰部障害を多角的側面から解析されることの必要性を示唆する (Mirka G. A., Kelaher D. P., Nay D. T. and Lawrence B. M. 2000)。また、動的なバイオメカニクスモデルの有用性から、ミシガン大学で開発された SSPM(the Static Strength Prediction

Model) は、8つの項目 (体の角度5カ所、身長、体重、腕への加重) のみから L5/S1 の椎間板にかかるモーメントを計算することができるため、産業保健の分野では広く使われている。このモデルと dynamic model (DM) との比較を行ったところ、比較的静的な作業においては、SSPM は簡単な椎間板のモーメントの評価法として使用できるが、ある程度速い速度で荷物の上げ下げ作業を行う場合、慣性力を考慮していない SSPM では椎間板モーメントを過小評価する危険性が示唆された (DE LOOZE M.P., KINGMA I., THUNNISSEN W., VAN WIJK M.J. and TOUSSAINT H.M., 1994)。腰部にかかる負荷をバイオメカニクスモデルで評価する際、対象物の慣性力、動作する身体各部の慣性力の影響を組み込んだモデル (動的モデル) を用いたほうが良いと思われる (TSUANG, Y. H., SCHIPPLEIN, O.D., TRAFIMOW, J. H. and ANDERSSON, G. B. J., 1992)。さらに、3次元の動的バイオメカニクスモデルの推定力を検討した研究は、2次元の静的腰椎負担評価では腰痛の危険性予測が13%未満であったのに対して、3次元の動的腰椎負担評価では44%以上予測可能で、発症の予測にあたっては、3次元で動的なバイオメカニクスモデルの採用を提唱している (Granata, K.P. and Marras, W. S. 1999)。

検索された文献の多くで用いている腰部椎間板圧迫力の推定手法は、サイクルタイムの短い作業を対象としている。より一般的なサイクルタイムの長い作業や手順が不規則な作業では、個々の推定手法を用いるだけでは腰部負荷を評価するのが困難で、様々な職場の状況に適応でき、調査目的を達することは不可能である。そこで、様々な評価手法 (質問紙、直接観察、ワークサンプリング、ビデオを用いた評価、筋電図など) の利点を活かし、手法を組み合わせることが提唱されている (WELLS, R., NORMAN, R., NEUMANN, P., ANDREWS, D. and FRANK, J. 1997)。4つの異なる腰椎ピーク荷重推定手法 (主観評価、チェックリスト、ビデオデジタル化技法、姿勢/負荷サンプリング法) を比較した研究では、4つの方法とも腰痛との有意な相関を示し、クラス内相関の結果は、チェックリストとビデオ記録法、これらの手法とワークサンプリング法、主観評価と観察

技法の順で類似度が高いことが明らかになった。研究者らは、個々のレベルでは4つの技法は互いに他と入れ替わることができないものであり、様々な職場の状況に応じて、各手法のもつ利点が最大限発揮されるような使用方法を心がけるべきことを指摘している (Neumann, W.P., Wells, R.P., Norman, R.W., Andrews, D.M., Frank, J., Shannon, H.S. and Kerr, M.S. 1999)

筋電図信号を用いた腰部脊柱筋の疲労評価は多くの研究で行われているが、客観的な指標は現在のところ確立されていない。Sung, P.S., Zurcher, U., Kaufman, M.(2005) は、筋電図時系列データに非線形分析を適用した脊柱筋活動の評価ツールを提唱している。また、筋電図の波形最大値を累積的作業負担の指標として用いて、介護士の筋骨格系障害との関連性を検討した研究もある (Village, J., Frazer, M., Cohen, M., Leyland, A., Park, I., Yassi, A., 2005)

一方、対象物の予期せぬ負荷変動がリフティング時の腰部負担に及ぼす影響を検討した研究は、側方の屈曲や捻れ姿勢などの非対象姿勢が脊椎損傷のリスクを増大させることを指摘し、矢状面から逸れた手持ち作業を回避するような作業空間の設計を提案した (Cheng, D.H.K., Cheng, I.Y.W., Holmes, A.D., Evans, J.H., 2005)

c. 質問紙法による作業姿勢負担評価手法

質問紙法による作業姿勢の腰部負担評価は、高価な装置を必要とせず比較的安価に実施できる。また、作業者が測定器具を装用する必要もないため、観察法同様に作業を妨げることなく実施できるという利点がある。さらに、観察法と違って一度に多人数のデータを採取できるという特色をも有しているため、産業現場で広く利用されている。腰痛に関連した危険因子として、下記のような作業姿勢等が報告されている (Keyserling WM. 2000)。このため、作業姿勢の腰部負担評価に用いられる質問紙は、これらの危険因子を質問項目として内包しているものが多い。

- 体幹部前屈
- 体幹部回転 (軸のまわりの捻り)
- 片手での持ち上げ

- 肩の高さより上への持ち上げ
- 制約のある作業姿勢での持ち上げ
- 持ち上げる力の強さ (対象の重さ)
- 重心の水平方向での位置
- 取手の利用可能性
- 勤務時間の長さ
- 距離 (持ち上げ, あるいは押したり引いたりされる物体の変位)
- 持ち上げ速度の動力的影響 (外部負荷および身体部位の加速度)

DUQUETTE, J., LORTIE, M. and ROSSIGNOL, M. (1997) は、腰痛に影響する因子に関する質問紙でつぎのような質問項目を設けて、「非常に／いくらか／少し／全くならない」の4段階で回答をさせている。

①動作と姿勢保持 (8項目) : 以下の動作は問題となりますか? 長時間同一姿勢を保持する。腰を曲げた後に起こす。大きな部品を持つ。長時間の立位。しゃがむ。背後にあるものを取るために腰をひねる。作業位置を変えることが多い。上ったり、遠くに足を踏み出す。

②作業レイアウト (5項目) : これらの状況は腰痛に影響すると思いますか? 作業域の広い作業場。狭い空間。コンクリートの床。立ちっぱなし。たくさん歩かなければならない。

③道具 (5項目) : 道具 (圧搾器 / カウンターシンク / バッキングバー / リベットガン / ドリル、それぞれについて回答する) を使用する作業は、腰部への負担なりますか? その理由は (圧搾器 / カウンターシンク / バッキングバー / リベットガン / ドリル、それぞれについて回答する)? 「道具を使用する姿勢 / 道具を使用する際の荷重 / その両方 / 別の理由 / わからない」で回答。

また、追加の質問項目として、ある作業姿勢を撮影した4つの写真を見せ、負担の大きさの順位付けを行わせる。実際の作業でどの程度出現するかを問う。姿勢の出現頻度、保持時間のどれが重要か問う。あなたの職場で2つの改善のどちらかを選べるとすれば、どちらを選びますか? 「荷重を減らす / 良い姿勢で作業を行うようにする、立位での作業時間を減らす / 荷重を減らす、良い姿勢で作業を行うようにする / 立位での作業時間

を減らす」の2社択一で回答させている。

QEC (Quick Exposure Check for work-related musculoskeletal risks) は、2つのパートからなる質問紙である (LI, G. and BUCKLE, P. 1999)。1つは観察者が作業観察後、腰背部、肩・上肢、手首・手、首の姿勢や反復動作に関して評価を行う部分であり、もう1つは、作業者が作業時間、最大取扱い重量、手にかかる最大荷重、振動の有無、視覚を酷使する作業の有無、作業負担に関して評価を行う部分である。回答結果からアクションレベルの判定を行うことができる。各パートの質問項目は以下の通りである。

パート1. 観察者が回答する部分

背部について

- ・作業時に、背部は？
ほとんど中間位 (20°より下) / ほどほどに前屈
または捻転または側屈 (20°~60°) / かなり前
屈または捻転または側屈 (60°より上)
- ・運搬作業がある場合のみ：背部の動きは？
頻繁でない (1分間に3回以下) / 頻繁 (1分
間に8回くらい) / かなり頻繁 (1分間に12回
くらい)
- ・運搬作業がない場合：作業のほとんどは姿勢を
保持した状態で行います？
いいえ/はい

肩・上肢について

- ・作業をどこの高さで行いますか？
ウエストより下/胸のあたり/肩より上
- ・上肢は動作の繰り返しは？
頻繁でない (多少の断続的な動き) / 頻繁 (多小
の休止を伴う定常的な動き) / かなり頻繁 (ほと
んど動かし続けている)

手首・手について

- ・作業時の手首は？
ほとんど中間位 (15°より下) / 曲げている (15
°以上)
- ・同じような動作の繰り返しは？
1分間に10回以下 / 1分間に11~20回 / 1
分間に21回以上

首について

- ・作業時に頭・首を過度に (20°以上) 屈曲又は
捻転しますか？
いいえ/時々/ずっと

パート2. 作業者が回答する部分

- ・この作業での、最大取扱い重量は？
軽い (5kg以下) / まあまあ重い (6~10kg)
/ 重い (11~20kg) / 非常に重い (20kgより上)
- ・平均的に、一日何時間ぐらいこの作業を行いま
すか？
2時間より下 / 2~4時間 / 4時間より上
- ・この作業を行う際、片手で最大どれくらいの力
が必要ですか？
小 (1kgより下) / 中 (1~4kg) / 大 (4kg
より上)
- ・作業中に振動はありますか？
少ない、又は、ない / 中程度 / かなりある
- ・目を酷使する作業ですか？
いいえ (細かなものを見ることがほとんどない)
/ はい (細かなものを見る必要がある)
- ・作業についていくのを困難に感じたことがあり
ますか？
まったくない / 時々 / しばしば
- ・この作業はどの程度負担を与えるものですか？
全くない / 軽い / まあまあ / かなり

Feuerstein M, Berkowitz SM, Haufler AJ, Lopez MS, Huang GD. (2001) は、職場での人間工学的曝露を、「U.S. Air Force Job Requirements and Physical Demands Survey (JRPDS)」中の Job Factors section (38項目) により作業者の自己申告により評価した。その因子分析により得られた第1因子「腰背部曝露」(8項目) を、腰背部関連の人間工学的曝露の評価に利用した。この因子は下記の項目を含み、「なし」から「1日当たり4時間を超える」までの選択肢で回答させるものである。

- ・ 25 pounds (= 11.35kg) を超える物体を持ち上げる。
- ・ かさばった物品を持ち上げ、または動かす。
- ・ 仕事上の必要から、膝をつき、またはしゃがむ。
- ・ 仕事中に繰り返し腰を曲げる (前後左右、ひね

り)。

- ・持ち上げる時に、体をひねり、かつ／または急に持ち上げる。
- ・片手で物品を持ち上げ、かつ／または持ち運ぶ。
- ・部品を持ち上げ、動かし、あるいは他の仕事をする時に、手が膝よりも低い。
- ・働いている時に、頻繁に前屈みになる。

累積的脊柱負荷は腰痛の危険因子として捉えられており、本研究が対象とする非災害性腰痛も累積的脊柱負荷が主な原因である、しかしながら、ビデオによるデータ収集や分析には費用と時間がかかるので、自己申告を用いれば、その費用と時間は軽減される可能性がある。Azar, N.R., Andrews, D.M., Callaghan, J.P. (2005) は、模擬的家事労働中の頻度・時間情報を用いて、累積的腰部負担に関する LOG 法と RECALL 法の 2 つの自己申告法の精度を検討した。その結果、LOG 法は 10% 以下の実測誤差で、累積的脊柱負担を推定できることが示唆された。それゆえ、作業頻度と時間情報の自己申告を用いた LOG 法は、安価で精度の高い自己申告手法であるといえるかもしれない。

ISO 幹事国業務運営委員会専門委員会 井谷徹、榎原毅 (2004) が作成した「職場の腰痛・肩こり予防マニュアル」は、職業性腰痛や頸肩腕障害などの作業関連運動器疾患予防を目的とした最新の技術仕様書であり、次のような特徴をもっている。

- ①局所筋負担軽減策の実施責任が事業主にあることを明記するとともに、効果的軽減策実行のために必要な組織や活動を示す。
- ②法規や規則に決められていることを遵守するという姿勢ではなく、リスク評価に基づく自主的局所筋負担軽減策の実施手順を示す。
- ③職場のリスク・アセスメント活動を支援するためのツールを提供する。
- ④活動評価のための手順と支援ツールを提供する。

このため、職場の総括安全衛生管理者、対象職場の管理者、作業者の代表、衛生委員会メンバー、安全衛生担当者が疾患予防の取り組みに参加しやすいように工夫がなされている。さらに、局所筋

負担に関するハザード同定用チェックリスト、作業改善志向型チェックリスト、予防策の局所筋負担軽減効果評価用質問紙等の 5 つの付属書が添付されており、非常に実地的な技術書として仕上がっている。

d. 背腰部痛の有無およびその重篤度評価手法

医学的な診断がつく急性腰痛とは対照的に、慢性腰痛では医学的な診断がつかない場合が多く、問診や質問紙による情報収集は背腰部痛評価の際に重要な手がかりを提供する。それゆえ、質問紙は必要なデータを収集するための最も効果的な手段として広く使用されている。Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms (Kuorinka, I. Jonsson, B. Kilbom, A. Vinterberg, H. Biering-Sorensen, F. Andersson, G. and Jorgensen, K. 1987) は、人間工学あるいは産業医学用の筋骨格系障害の分析のために開発された質問紙である。これまで北欧で広く利用されていたが、最近ではヨーロッパやアジア地域においてもこの質問紙を使用した研究報告がなされるようになった。Jansen J. P., Burdorf A. (2003) は、ナーシングホームと老人ホームにおける作業者を対象として、質問紙調査と観察手法を組み合わせ、身体的負荷と腰痛との量 - 反応関係を調査した。筋骨格系症状の評価には本質問紙を使用し、Von Korff scheme により痛みの程度をスコア化している。また、身体的負荷と腰痛の関係を明らかにするために、cross-sectional な 5 年間の前向き調査で本質問紙を利用した研究もあった (Hartvigsen, J., Bakketeig, L. S., Leboeuf-Yde, C., Engberg, M., Lauritzen, T., 2001)。さらに、Bovenzi, M. and Zadini, A. (1992) は、バス運転手の腰痛発症と全身振動曝露との関係を明らかにする研究において腰痛の重篤度評価のために使用した。

Nordic questionnaire の主な目的は、①人間工学的な筋骨格系障害のスクリーニングと②産業保健ケアサービスの道具として役立てることにある。質問に対しては、自己記入式もしくはインタビューにより、強制選択で回答させる。本質問紙は一般的な質問紙と特別な質問紙の二つのタイプがあり、特別な質問紙は背中、首、肩に焦点をあ

てた深い分析を可能にする。質問項目には、職業上、最も頻繁に出くわす症状が反映されている。さらに、本質問紙は、記録された筋骨格系障害を異なる研究の間で比較することが可能になるように標準化されている。質問紙の内容は以下に示すとおりである。

・運動器官に関する問題についての質問紙（一般的な質問紙）

回答日

性別

生まれた年は？

現在のタイプの仕事について何年何ヶ月になりますか？

平均して1週間に何時間働いていますか？

あなたの体重は？

あなたの身長は？

あなたは右利きですか左利きですか？

・腰痛に関する質問紙（特別な質問紙）

回答日

性別

生まれた年は？

現在のタイプの仕事について何年何ヶ月になりますか？

平均して1週間に何時間働いていますか？

あなたの体重は？

あなたの身長は？

あなたは右利きですか左利きですか？

腰背部

1. あなたは今まで腰痛 (ache, pain or discomfort) になったことがありますか？

もしあなたが質問1で「いいえ」と答えたならば、質問2-8は答えなくてよい。

2. 腰痛のために今まで入院したことがありますか？

3. あなたは今まで腰痛のために仕事あるいは業務を変ったことがありますか？

4. 最近12ヶ月間であなたが腰痛になった合計の時間はどれくらい？

もしあなたが質問4で「0 days」と答えたならば、質問5-8は答えなくてよい。

5. 最近12ヶ月間であなたの活動を減少させる腰痛になりましたか？

a. 労働活動（家であるいは家の外で）

b. 余暇活動

6. 最近12ヶ月間に、その問題のためにあなたの通常業務（家であるいは家の外で）を妨げた合計の時間はどれくらい？

7. 最近12ヶ月間に腰痛のためにあなたは doctor, physiotherapist, chiropractor or other such person に見てもらったことがありますか？

8. 最近7日間に腰痛がありましたか？

首と肩の問題に関する質問紙（特別な質問紙）

回答日

性別

生まれた年は？

現在のタイプの仕事について何年何ヶ月になりますか？

平均して1週間に何時間働いていますか？

あなたの体重は？

あなたの身長は？

あなたは右利きですか左利きですか？

運動器官に関する問題		
最近12ヶ月間で以下の部分に問題 (ache, pain, discomfort) がありましたか？	問題があった人のみ答えてください	
	最近12ヶ月間に、その問題のためにあなたの通常業務 (家であるいは家の外で) を妨げましたか？	最近7日間に問題がありましたか？
首		
肩		
肘		
手首/手		
背中上部		
背中下部		
臀部/大腿の片方か両方		
片方か両方の膝		
足首/脚の片方か両方		

頸部

1. あなたは今までに首の問題 (ache, pain or discomfort) がありましたか？
もしもあなたが質問 1 で「No」と答えたならば、質問 2-8 は答えなくてよい。
2. あなたは今までに事故で首を痛めたことがありますか？
3. あなたは今までに首の問題のために仕事あるいは業務を変えたことがありますか？
4. 最近 12 ヶ月間であなたが首の問題があった合計の時間はどれくらい？
もしあなたが質問 4 で「0 days」と答えたならば、質問 5-8 は答えなくてよい。
5. 最近 12 ヶ月間であなたの活動を減少させる首の問題がありましたか？
 - a. 労働活動（家であるいは家の外で）
 - b. 余暇活動
6. 最近 12 ヶ月間に、その問題のためにあなたの通常業務（家であるいは家の外で）を妨げた合計の時間はどれくらい？
7. 最近 12 ヶ月間に首の問題のためにあなたは doctor, physiotherapist, chiropractor or other such person に見てもらったことがありますか？
8. 最近 7 日間に首の問題がありましたか？

肩部

9. あなたは今までに肩の問題 (ache, pain or discomfort) がありましたか？
もしもあなたが質問 9 で「No」と答えたならば、質問 10-17 は答えなくてよい。
10. あなたは今までに事故で肩を痛めたことがありますか？
11. あなたは今までに肩の問題のために仕事あるいは業務を変えたことがありますか？
12. 最近 12 ヶ月間であなたは肩の問題がありましたか？
もしもあなたが質問 12 で「No」と答えたならば、質問 13-17 は答えなくてよい。
13. 最近 12 ヶ月間であなたが肩の問題があった合計の時間はどれくらい？
14. 最近 12 ヶ月間であなたの活動を減少させる肩の問題がありましたか？

- a. 労働活動（家であるいは家の外で）
- b. 余暇活動

15. 最近 12 ヶ月間に、その問題のためにあなたの通常業務（家であるいは家の外で）を妨げた合計の時間はどれくらい？
16. 最近 12 ヶ月間に肩の問題のためにあなた doctor, physiotherapist, chiropractor or other such person に見てもらったことがありますか？
17. 最近 7 日間に肩の問題がありましたか？

上述した Nordic questionnaire 以外にもそれぞれの研究の特色に応じて開発された質問紙が報告されている。Agius RM, Lloyd MH (1994) は、炭鉱労働者を対象にして疫学的な目的の為の腰痛重症度識別アンケートの開発を行った。最大 12 項目からなるアンケート（腰痛の有無、広がり、頻度、重症度、具体的な活動への障害について、通常作業への影響、欠勤について）をデザインし、肩甲骨から臀部までを腰痛の範囲とした。質問項目は以下の通りである。

- 1a. 12 ヶ月の間に腰痛があったか
- 1b. 下肢のほうへ痛みが広がったか（坐骨神経痛・放散痛）
- 2a. 一年間、毎月腰痛があったか
- 2b. 別の腰痛発作があったか
- 2c. 12 ヶ月の間に別の発作が何回あったか
2・3回 4回以上
- 2d. 痛みは最長どのくらい続いたか
1週間以内・以上
3. 一番痛みが強かったとき具体的にどのような動作に障害があったか
歩行・座位・立位・着衣等
4. 12 ヶ月の間に通常業務に差し支えがあったか
5. 12 ヶ月の間に腰痛が原因で休んだか
- 6a. 12 ヶ月の間に腰痛に関してかかりつけ医に受診したか
- 6b. 12 ヶ月の間に腰痛に関して他の治療を受けたか
7. 12 ヶ月より以前に腰痛があったか

航空機の組立工場の作業者を対象として調査では、①過去に腰部の障害で補償を受けたことがあ

りますか、②この一週間、腰部に不快感を感じたことはありますか？ ③この一週間、腰部の障害のために不便を感じたり、仕事を休みましたか？等を腰痛に関する質問紙の質問項目として、取り上げていた (DUQUETTE, J., LORTIE, M. and ROSSIGNOL, M., 1997)。

国内で開発された代表的な質問紙としては、日本産業衛生学会の「腰痛についてのアンケート」および「腰痛診断のための問診用紙 (A) (B)」があり、調査対象となる職場の作業内容に合うように改変して使用することが多い (萱岡道泰, 栗原章, 2000)。また、独自に開発した調査票と他の調査票を併用する場合もあった。富永俊克, 関司善彦, 城戸研二 (2003) は、勤労者に伴う腰痛の臨床疫学的特徴を明らかにするために、以下のような3部からなる自己記入式問診票 (腰痛DB) を作成した。

1. 性、年齢、BMI、職業等の基本情報と腰痛の予防知識と行動、発生、治療状況に関する26項目の腰痛基本調査票 (美唄労災病院作成)
2. 健康日本21のガイドラインから抜粋した19項目のライフスタイル調査
3. 腰痛が健康関連QOLにどの程度のインパクトを持つのかを検討するための国際的健康関連QOL尺度であるSF-36 version 1.2

e. 背腰部痛発症に影響を及ぼす職場環境要因

背腰部痛に及ぼす職場環境要因として振動がある。ここでは職場環境要因として振動を主に取り上げる。14編の文献より、後傾姿勢は振動に起因する筋活動が減少する、立位での振動暴露下ではひざを曲げると振動低減効果がある、座位姿勢と全身振動下での人体のねじれや曲げの組み合わせがLBP発症に関連している可能性がある、長期間の振動暴露は腰痛と関連があるなどが明らかになった。

Zimmermann, C. L. Cook, T. M. and Goel V. K. (1993) は、3種類の姿勢 (中立, 前傾, 後傾) で健康な男性11名に振動を垂直方向に暴露し、脊柱起立筋EMGを測定した。後傾姿勢は他の姿勢に比べてEMGを減少させ、振動と同期した筋電反応を減少させた。振動と同期した筋電反応の減少は椎間板の圧縮が減少していることを示唆し

た。さらに、Zimmermann, C. L. and Cook, T. M. (1997) の最近の論文では、3種類の姿勢 (中立, 前傾, 後傾) で健康な男性30名に振動を垂直方向に暴露し、脊柱起立筋EMGと振動伝達率を測定した。6Hz以上の振動周波数では、前傾姿勢は平均EMGと伝達率を増加させ、後傾姿勢は平均EMGと伝達率を減少させた。6Hzより低い振動周波数では、前傾姿勢は、伝達率を減少させ、後傾姿勢は伝達率を増加させた。

フォークリフト運転者は、全身振動の暴露や運転中の不良作業姿勢などに起因する腰痛を主とした筋骨格系障害が多く見られる。埴田和史, 辻村裕次, 北原照代, 西山勝夫 (2002) は、45度回転可能なフォークリフトの運転座席で、後方視動作時の運転手の身体負担を表面筋電図および体幹部・頸部の回旋角を用いて評価し、以下の結果を得た。

- ①後方視姿勢維持中の頸部、腰背部の傍脊柱筋および広背筋の筋負担は、表面筋電図の測定により既存車輛の固定座席利用に比べて回転座席の利用で減少した。
- ②後方視動作時の腰背部の傍脊柱筋および広背筋の筋負担は、表面筋電図の測定により既存車輛の固定座席利用に比べて回転座席の利用で大きく減少したが、胸鎖乳突起筋の負担には変化が認められなかった。
- ③僧帽筋の負担は、表面筋電図の測定により既存車輛の固定座席利用に比べて回転座席の利用で、後方視動作時および後方視姿勢維持時に減少した。
- ④後方視時の体幹部回旋角は、既存車輛の固定座席利用時に比べて回転座席の利用で減少したが、頸部回旋角については減少が認められなかった。

以上より、回転座席は後方視運転時の身体負担を軽減し、腰痛発生の予防に結びつく可能性が示唆された。

Burdorf, A. Naaktgeboren, B. and de Groot, H. C. W. M. (1993) は、腰痛と座業労働との間の関係をクレーン操作者、ストラドルキャリア運転手、事務労働者の参照グループの間で検証した。過去、

現在の腰痛歴、個人特性、労働条件に関する質問紙によって回答が得られた。また、クレーンとストラドルキャリアの振動測定を行なった。その結果、クレーン操作者の12ヶ月腰痛罹患率は50%で、ストラドルキャリア運転手は44%、事務労働者は34%であった。クレーン操作者とストラドルキャリア運転手とともに、毎日の全身振動暴露は低く(0.2m/s²)、それゆえ本研究では腰痛の重要な危険要因とはみなされなかった。

Burdorf, A. and Zondervan, H. (1990) は、製鉄所労働者を調査して、男性クレーン運転者の腰痛の危険性を決定した。クレーン運転者と男性対照作業員について健康診断でLBPの頻度と性質を調べた。クレーン運転者と対照作業員を比較すると、LBP発症率はオッズ比3.6であり、統計的に有意であった。クレーン運転者は以前の職業で腰痛要因に多く暴露されていたが、ロジステック分析では現在の仕事のみが高いLBP発症率の原因であった。座位で全身振動にさらされる作業員はLBPの危険が特に高いと示唆される。本研究の結果によると、腰痛症歴のある人はクレーン運転者として就業しないことが推奨される。また、座位姿勢と全身振動下での人体のねじれや曲げの組み合わせがLBP発症に関連していることも示唆された。

Johanning, E. Fischer, S. Christ, E. Gores, B. and Landsbergis, P. (2002) は、22種類の機関車について、機関車エンジニアの全身振動暴露を評価した。機関車の大多数は30年前に製造されたものであり、4年未満のものは7つであった。新式機関車はシートの高さ、前後位置、背もたれ角度など多くの調整機能がついているが、旧式シートは調整できなかった。平均振動レベルは前後(X軸)方向が0.18m/s²、左右(Y軸)方向が0.28m/s²、上下(Z軸)方向が0.32m/s²であり、新旧機関車で差はなかった。クレストファクターがX軸とZ軸で概ね9より高くなっており、衝撃や不規則振動の頻度が高く、振動暴露による人体の健康影響が高くなることが示唆された。

Bovenzi, M. and Zadini, A. (1992) は、イタリアTrieste市の市営バス会社に勤務しているバス運転手と全身振動に曝露されていない対照整備士について、腰痛に関するアンケート調査を行った。

また、旧式バス3台、新式バス3台の振動測定を行った。シートの周波数荷重加速度はX軸が0.05～0.12m/s²、Y軸が0.05～0.16m/s²、Z軸が0.18～0.65m/s²と、Z軸での振動が大きかった。旧式バスの振動加速度は新式バスの1.4から3.6倍であった。アンケート調査から、バス運転手と対照の両方で年齢とともに腰痛の有訴率は増加した。振動加速度と振動暴露年数で計算した総振動暴露量の大きいバス運転手は、腰痛や椎間板ヘルニアに関するオッズ比が有意であった。全身振動の暴露年数と腰痛の訴えとのオッズ比は、長期間振動暴露を受けたバス運転手で増加する傾向があった。以上より、度重なる危険な労働姿勢が腰痛と有意に関連すること、全身振動暴露後、脊柱起立筋の局所的筋肉疲労は振動暴露と窮屈な姿勢で長時間すわっていることが腰痛の原因となること、ISO 2631/1が提案している暴露限界よりも低い全身振動暴露でも腰痛が起こることなどが示唆された。

立位被験者の動的応答に関する実験で、直立姿勢では、5.5Hzに単一の伝達率ピークがあった。リラックスした姿勢ではわずかにピークが減少し、ひざを曲げた姿勢では応答が減衰した。従って、振動する足場で作業する人はひざを曲げることが振動低減に有効である。(Pope, M. H. Magnusson, M. and Wilder, D. G. 1998) また、農業や建築現場など足場が完全に水平ではないような環境において、持ち上げ作業を行う際の腰部の障害リスクを評価した実験では、地面の傾斜角度が持ち上げ作業における運動学的・力学的変化に大きな影響を及ぼすことを報告している(Shin, G., Mirka, G., 2004; Jiang, Z., Shin, G., Freeman, J., Reid, S., Mirka, G.A., 2005)

f. 背腰部痛の重篤度に影響を及ぼす

社会心理的要因

調査した年代に発表された大部分の研究は、職業性腰痛のリスクファクターとしてバイオメカニクスな要因に着目し、バイオメカニクスデータをいかに収集し、評価するかは時間の多くを費やしている。しかしながら、生体工学的側面にのみ着目し、腰痛を抑制しようとする試みは必ずしも成功しているとはいえない。近年では個人特性等を

含めた多角的な側面、とりわけ社会心理的要因についての理解が必要であるといわれており、このような側面を含めた腰痛発症モデルも提唱されている（たとえば、Attribution theory, Byrns G, Agnew J, Curbow B., 2002）

腰痛のリスクファクターとしての社会心理的要因は、つぎのような4つのカテゴリーに分類されることが多い。1) 仕事に対する認識；職務満足感、仕事にたいする思い、職務条件に対する思い、仕事に対する情熱、仕事上の喜び、仕事に対する誇りなど、2) 職場組織；労働条件、労働時間、職務遂行に要求される量的・質的側面、心理的負担、決定権、技術、作業特性、教育・指導など、3) 社会的支援；周囲の理解と尊敬、社会的支援、同僚の支援、社会的関係、職場関係、外的支援、上司の支援など、4) 職場のストレス；ストレス、過負荷、作業負担、不信感、精神的努力など。また、Hoogendoorn W E, Bongers PM (2002) は、JCQ (Job Content Questionnaire) を用いて腰痛の社会心理的リスクファクターを明らかにした。用いたJCQの質問項目は次の通りである。

1. 新しいことを覚えることが必要な仕事だ。
2. 繰り返しの作業がたくさんある仕事だ。
3. 創造性が必要な仕事だ。
4. 自分自身でどのように仕事をするか決めることができる。
5. たくさんの技術や知識が必要な仕事だ。
6. どのように仕事をすすめるか決める自由は、私にはほとんどない。
7. 仕事の中で、何種類も別々のことをする機会がある。
8. 自分の仕事の予定を決めることができる。
9. 自分自身の特別な才能をのばす機会がある。
10. とても速く動くことが必要な仕事だ。
11. とても一生懸命に働くことが必要な仕事だ。
12. あまりに多すぎる仕事を頼まれることはない。
13. 仕事をやり終えるのに十分な時間が与えられている。
14. 他の人たちからお互いに食い違う指示を出されて困ることはない。
15. 私の上司は、部下のためを考えてくれる。

16. 私の上司は、私が言っていることに耳を傾けてくれる。
17. 私の上司は、仕事をやりとげる上で助けになる。
18. 私の上司は、うまくみんなを共同して働かせてくれる。
19. 私が一緒に働いている人たちは、仕事をする上で有能な人たちである。
20. 私が一緒に働いている人たちは、私に個人的に関心を持ってくれる。
21. 私が一緒に働いている人たちは、親しみやすい人たちである。
22. 私が一緒に働いている人たちは、仕事をやり遂げる上で助けになる。

心理社会的要因と腰痛の関係は多変量解析モデルを用いて疫学的に明らかにされている。海軍軍人を対象にした腰痛調査では、身体的負荷にくわえて時間的プレッシャーが腰痛および上肢障害のリスクファクターであることを報告している（Huang, G.D., Feuerstein, M., Kop, W.J., Schor, K. and Arroyo, F. 2003）。また、高い仕事量、矛盾する要求、上司や同僚によるサポート不足が腰痛の危険因子であることを示唆した研究（Hoogendoorn, W.E., Bongers, P.M., CW de Vet, H., Houtman, I.L.D., Ariens, G.A.M., Mechelen, W. and Bouter, L.M. 2001）や、看護職の脊柱側湾症と日常のストレス性心身症的症状の関連性を報告した研究があった（Violante FS, Fiori M, Fiorentini C, Risi A, Garagnani G, Bonfiglioli R, Mattioli S., 2004）。医療従事者の腰痛発症の危険因子を調べた研究では、腰痛の発生が腰痛の既往歴やGHQ精神健康調査（The General Health Questionnaire）の得点と関連していることを報告した。GHQの高得点者はその後フォローアップ期間中に腰痛が発症しており、心理ストレス管理によって腰痛発症を抑えることができる可能性を示唆した（Feyer, A., Herbison, P., Williamson, A.M., Silva, I., Mandryk, J., Hendrie, L. and Hely, M.C.G. 2000）。一方、Hartvigsen, J., Lings, S., Leboeuf-Yde, C., Bakketeig, L. (2004) は、1990年から2002年に発表された腰痛関連の研究の信頼性を検討し、作業関連性の心理社会的要因につ

いてのデータ収集方法にかなりの多様性があり、いかなる形の承認も受けていない研究が数多くあったことを報告している。そして、職場でのストレスと腰痛との間に関連性について十分なエビデンスは得られていないと結論づけた。

これに対して、Marras, W.S., Davis, K.G., Heaney, C.A., Maronitis, A.B., Allread, W.G. (2000) は、心理社会的ストレスと脊柱荷重との関連性を明らかにするために、ストレス条件下と無ストレス条件下において、矢状面で対照的な持ち上げ動作の筋電図解析を実験的に行い、心理社会的にストレスフルな環境が一定の性格特性をもつ人々の筋活動に同時活性化をもたらす、腰部障害リスクを増大させる危険性があることを報告した。さらに、Jzelenberg, W.I., Molennar, D., Burdorf, A. (2004) は、クリーニング業務に従事する労働者を対象に、仕事に関連した心理社会的リスクファクターと筋骨格系疾病による欠勤期間の関係をロジステック回帰モデルを用いて検討して、心理社会的要因が腰背部痛や上肢の愁訴発生と強く関連していることを明らかにした。

g. 職業性腰背部障害に関与する

リスクファクター

急性の職業性腰痛は、「職場における腰痛予防対策指針（平成6年9月6日 基発第547号）」に代表されるような行政指導で減少してきているが、慢性の負荷によって発生すると考えられる職業性腰痛は十分な対応が見出せていないままである。これは、慢性腰痛の発生過程と職業性危険因子と関連性が解明されていないことによる。一般に、職業性の急性腰痛とは業務中に明白な外力で発症する腰痛であり、慢性腰痛とは腰背部に過度の負荷のかかる業務に10年以上従事したものに発症する腰痛である。後者の発生には多数の因子が絡み合ってくるため、疫学や生体力学のみならず、多種の臨床医学的検討（X線、MRI検査、電気生理学的検索、筋力評価など）がなされてきた（栗原章，2002）。

腰痛発症に関与するバイオメカニクスな要因として、つぎのような7つが同定されている（Pope, M. H., Goh, K. L., Magnusson, M. L., 2002; Hoozemans, M. J. M., van der Beek, A. J.

, Frings-Dresen, M. H. W., van Duk, F. J. H., van der Woude, L. H. V., 1998; Zinzen E, Caboor D, Verlinden M, Cattrysse E, Duquet W, Van Roy P, Clarys JP., 2000)。1) 不自然な姿勢での持ち上げ、重量物持ちあげ、繰り返しの持ち上げなどのような職業上の曝露は腰痛と関連がある、2) 固定した姿勢と長時間に及ぶ座位もまたリスクファクターである、3) 腰痛は手作業で材料を扱う職種だけではなく、静的労作の職種や運転手でもみうけられる、4) 長時間に及べばどのような姿勢でも軟部組織の静的負荷を引き起こし、不快感を引き起こす、5) 立位と座位は、動き、力の発揮、エネルギー消費、血液循環、協調、動きのコントロールのためにそれぞれ特徴的な利点と欠点がある、6) 座位姿勢は、代謝物質の蓄積、椎間板の変性、椎間板ヘルニアを引き起こす非活動性につながる、7) 運転手の姿勢もまた筋骨格系の問題を引き起こしうる。運転する環境にある作業者は、背部、頸部、上肢の痛みを引き起こす姿勢負荷にしばしば支配される。このことは、振動により問題を悪化させる。より詳細な内容はつぎの通りである。

① 一般的事項

- ・心理社会的要因は腰痛に影響を及ぼしうる。
- ・肥満、運動、喫煙歴、身長、妊娠は、個人的要因として重要である。

② 筋機能

- ・仕事の要求に対して十分な強度を持たない作業者では、腰痛の発生率が上昇する。
- ・運動のコントロール機能のようなより繊細な筋機能もまた重要である。
- ・繰り返し作業による疲労のため、耐性は重要である。

③ 持ち上げ

- ・背部をまっすぐに保つことよりも、できる限り荷物を身体に近い場所で持つことが大切である。
- ・均一でない荷物の持ち上げは腰痛のリスクを上昇させる。
- ・重量、作業の非均一性、作業経験レベルは脊柱への負荷の程度と可変性に影響を及ぼす。
- ・ひねりを伴う作業では、椎間板への負荷を減少

させるために作業者は足で方向を変えることが重要である。

④押す、引く

- ・腰痛の原因の約 20%を占める。

⑤姿勢

- ・後方へのひねりによる腰椎への負荷は、腰痛のリスクを増加させる。
- ・前屈は脊柱を完全に屈曲させ、心筋は最大に引き伸ばされ、後方へのひねりの力を補助する効果は減少する。
- ・持ち上げ作業において、腰椎の屈曲の程度にしたがって、前かがみになることやしゃがみ姿勢になることよりも脊柱の障害のリスクはより増加する。

[座位]

- ・長時間座っている者では、腰痛の訴えは増加する。
- ・座位姿勢は、椅子のデザイン、座る時の癖、作業内容、椅子の高さ・傾き、背あての位置・形・傾斜、そのほかの補助のような要素に依存する。

[立位]

- ・長時間の立位と腰痛との間には正の相関がある。

[不自然な姿勢]

- ・側屈、ひねり等の姿勢も筋力、椎間板内圧を上昇させる。
- ・突然の負荷、すべったりつまずいたり転落することからおこる不自然な姿勢は、腰痛の原因の 36-70%を占めている。

⑥振動

- ・腰痛と身体の振動との間には正の相関がある。
- ・年齢とともに身体の振動への曝露によるリスクは増加する。
- ・椎骨の強度が低い人では、比較的短期間の全身の振動への繰り返しの曝露の間に腰椎の変性のリスクがより高い。
- ・全身の振動での疲労により、体幹上部への突然の予想していない負荷に対して腰椎周囲の筋の EMG は有意の増加が認められる。

また、Jones, T., Kumar, S. (2001) は生体力学的な観点から腰痛発症を予防するための指針としてつぎのように記載している。

- ・静的作業；長時間に及ぶ静的作業を避ける。

- ・姿勢 / 取扱；軽量物の持ち上げでは、猫背の姿勢で繰り返し扱う。中等度の重量物の持ち上げでは、両膝の間で対象物を扱い、持ち上げが必要な時はしゃがむ。両膝の間で扱うのに適さない負荷の場合には 2 名以上の人で扱うか、もしくは補助具を用いて繰り返しあつかう（2 名以上の人で扱う場合は、身長と活動性が同等であり、コミュニケーションをとって行う）。極端な運搬範囲、ひねり、急な動き、固定した姿勢を避ける。肩より上の高さへの持ち上げ、引くことは避けるべきである。もし可能であれば、負荷の移動範囲を膝から肩の間に制限する。押す時は垂直に近い姿勢で、地面からおおよそ 1m は離れたところでハンドルを扱う。
- ・負荷；理想は、硬く、形が一樣な負荷であり、深さが 50cm を超えるべきではない。最大負荷は、男性では 50 ポンド、女性では 44 ポンドを超えるべきではない。最大負荷のレベルは頻度、取り扱いにくい大きさ、持ち上げる時のリーチによって調整されるべきである。
- ・操作系；切り抜きハンドルは長さ 11.5cm、幅 2.5-3.8cm であるべきであり、円柱ハンドルは周囲に 3-5cm の隙間があるべきであり、箱の水平軸から 70°の角度があるべきである。水平・垂直の安定性のためにハンドルは対角線上逆の端にあるべきである。もしハンドルがなければ、推奨されている最大負荷量は 15%減少させるべきである。靴の底と床との間の摩擦係数は、少なくとも 0.3 以上、0.5 が望ましい。
- ・頻度；負荷の取り扱いは、8 時間の労働時間では 1 時間に 10 回をこえないこと、2 時間の労働時間に限定して 12 回までが推奨される。
- ・非対称性取扱；90°の回転を含む持ち上げにおいては、負荷は 15%まで減少させなければならない。この種の作業においては、筋負担を減少させるために足は動かしておくべきである。
- ・作業空間 / 制約；作業において、棚の中へと荷物を挿入する必要があるときは、棚の開口部は手を入れるスペースが最低 3cm 必要である。猫背の姿勢となる作業では、脊柱 1°屈曲につき最大負荷量から 1%ずつ減少させるべきである。
- ・作業環境；関係のある安全具は全て着用し、適

正な休養を確保し、水分補給を守るべきである。
・組織；適切な作業教育が必要である。

疫学的研究は、腰痛発症における個人的要因の関与を示唆している。1) 腰背部損傷の既往と収入が最も腰痛のリスクに関連している、2) 腰痛は典型的には 35～55 歳に最も高頻度に症状が出現する、3) 男性では 40 歳以下でリスクのピークがあり、女性では 50～60 歳で有病率、罹患率とも最高である、4) 持久性の強さは腰痛症状と関連が見られる、5) 余暇時間の身体的活動量も腰痛の危険因子として報告されている。余暇時間の座位中心の活動は腰痛の症状と高い関連があり、腰痛による疾病とも関連があった (Hildebrandt V.H, Bongers P.M, 2000)。さらに、近年では社会心理的要因が職業関連性の危険因子として着目されている。社会心理的ストレスを加えた人々に通常の持ち上げ作業をさせ、ストレスのない状態と比較する実験を実施したところ、ストレス条件下では、被験者全員ではないものの、脊柱の圧迫と側方へのずれが有意に増加した。ある種の性格特性（例えば、内向的、直感的）は、その逆の性格特性と比較して、脊柱負荷を劇的に増大させた。これまでの研究は、作業ならびに

作業環境の様々な特性（生体力学的、生理学的、心理学的、社会心理学的）の強い相互作用が腰痛発症に関与していることを示唆している (Marras WS., 2002)。

再発性腰痛と腰痛による将来の病欠欠勤に関連した予後因子を前向きコホート研究で 3 年間追跡調査した研究では、体幹部の屈曲と回転、低い職務満足感、低い決定権、低い社会的支援などの職業関連性要因が腰痛の不良な予後を予測することを報告している (Heuvel, S.G., Ariens, G.A.M., Boshuizen, H.C., Hoogendoorn, W.E., Bongers, P.M., 2004)

文献研究の結果の応用

自動車製造会社 2 社の腰痛発生職場と腰痛非発生職場との 2 群を対象とした採取した作業姿勢データについて、領域 a. から c. の文献研究の結果から得られた知見をもとに、バイオメカニクスモデルを適用した。さらに、領域 d. から g. の結果をもとに、背腰部痛の有無およびその重篤度評価手法、背腰部痛発症に影響を及ぼす職場環境要因、背腰部痛の重篤度に影響を及ぼす社会心理的要因に関する質問紙調査票の設問項目を選定した。

引用文献

a. 作業姿勢記述手法 (9 文献)

1. FULMER, S., PUNNETT, L., SLINGERLAND, D. T. and EARLE-RICHARDSON, G., 2002, Ergonomic exposures in apple harvesting: preliminary observations, *American Journal of Industrial Medicine Supplement*, 2, 3-9.

2. KANT, I., NOTERMANS, J. H. V. and BORM, P. J. A., 1990, Observations of working postures in garages using the Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) and consequent workload reduction recommendations, *Ergonomics*, 33, 209-220.

3. KEE, D. and KARWOWSKI, W., 2001, LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time, *Applied Ergonomics*, 32, 357-366.

4. BUCHHOLZ, B., PAQUET, V., PUNNETT, L., LEE, D. and MOIR, S., 1996, PATH: A work sampling-based approach to ergonomics job analysis for construction and other non-repetitive work, *Applied Ergonomics*, 27, 177-187.

5. Fountain, L.J.K. 2003, Examining RULA's Postural Scoring System With Selected Physiological and Psychophysiological Measures, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 9, 383-392.

6. Hignett, S. and McAtamney, L. 2000, Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

7. 豊田直子, 山田誠二, 1999, 腰部負担の得点化による職場改善, *労働衛生*, Vol.40, NO.3, 181-185

8. Juul-Kristensen, B. , 1997, Criteria for classification of posture in repetitive work by observation methods: A review, *Industrial Ergonomics*, 19, 397-411

9. Souza, T.O., Coury, H.J.C.G., 2005, Are the postures adopted according to requested linguistic categories similar to those classified by the recording protocols?, *Applied Ergonomics*, 36, 207-212.

b. 作業姿勢解析/評価手法 (36 文献)

1. WELLS, R., NORMAN, R., NEUMANN, P., ANDREWS, D. and FRANK, J. 1997, Assessment of Physical Work Load in Epidemiologic Studies: Common Measurement Metrics for Exposure Assessment, *Ergonomics*, 40, 51-61.

2. KEE, D. and KARWOWSKI, W., 2004, Joint angles of isocomfort for female subjects based on the psychophysical scaling of static standing postures, *Ergonomics*, 47, 427-445.

3. TSUANG, Y. H., SCHIPPLEIN, O.D., TRAFIMOW, J. H. and ANDERSSON, G. B. J., 1992, Influence of Body Segment Dynamics on Loads at the Lumbar Spine during Lifting, *Ergonomics*, 35, 437-444.

4. Granata, K.P. and Marras, W. S. 1999, Relation between spinal load factors and the high-risk probability of occupational low-back disorder, *Ergonomics*, 42, 1187-1199.

5. Hess, J.A., Hecker, S., Weinstein, M. and Lunger, M. 2004, A participatory ergonomics intervention to reduce risk factors for low-back disorders in concrete laborers, *Applied Ergonomics*, 35, 427-441.

6. Neumann, W.P., Wells, R.P., Norman, R.W., Andrews, D.M., Frank, J., Shannon, H.S. and Kerr, M.S. 1999, Comparison of four peak spinal loading exposure measurement methods and

- their association with low-back pain, *Scand J Work Environ Health*, 25, 404-409.
7. DE LOOZE M.P., KINGMA I., THUNNISSEN W., VAN WIJK M.J. and TOUSSAINT H.M., 1994, The evaluation of a practical biomechanical model estimating lumbar moments in occupational activities., *ERGONOMICS*, VOL.37, No.9, 1495-1502
 8. MARRAS WILLIAM S., AVENDER STEVEN A.L., LEUGRGANS SUE E., FATHALLAH FADI A., FERGUSON SUE A., ALLREAD W.GARY and RAJULU SUDHAKAR L., 1995, Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders., *ERGONOMICS*, Vol.38, No.2, 377-410
 9. Hansen Lone, Winkel Jorgan, and Jorgensen Kurt, 1998, Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground force reactions., *Applied Ergonomics* Vol.29, No.3, pp.217-224.
 10. JORGENSEN MICHAEL J., DAVIS KERMIT G., KIRKING BRYAN C., 1999, Significance of biomechanical and physiological variables during the determination of maximum acceptable weight of lift., *ERGONOMICS*, VOL. 42, NO.9, 1216-1232
 11. MARRAS W.S., DAVIS K.G., KIRKING B.C. and BERTSCHE P.K., 1999, A comprehensive analysis of low-back disorder risk and spinal loading during the transferring and repositioning of patients using different techniques., *ERGONOMICS*, 1999, VOL. 42, NO. 7, 904-926
 12. VANDIEEE J.H., DELOOZE M.P. and HERMANS V., 2001, Effects of dynamic office chairs on trunk kinematics, trunk extensor EMG and spinal shrinkage., *ERGONOMICS*, VOL.44, NO.7, 739-750
 13. CHAFFIN DON B., STUMP BENJAMIN S., NUSSBAUM MAURY A. and BAKER GERRI, 1999, Low-back stresses when learning to use a materials handling device., *ERGONOMICS*, VOL.42, NO.1, 94-110
 14. CALLAGHAN J.P. and MCGILL S.M., 2001, Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting., *ERGONOMICS*, VOL.44, NO.3, 280-294
 15. MARRAS W.S., ALLREAD W.G., D.L.BURR and FATHALLAH F.A., 2000, Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials handling tasks., *ERGONOMICS*, VOL.43, NO.11, 1866-1886
 16. Zennaro D., Läubli T., Krebs D., Krueger H. and Klipstein A. 2004, Trapezius muscle motor unit activity in symptomatic participants during finger tapping using properly and improperly adjusted desks, *Human Factors*, 46 (2) , 252-266.
 17. Granata K. P., Slota G. P. and Wilson S. E. 2004, Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability, *Human Factors*, 46(1), 81-91.
 18. Mirka G. A., Kelaher D. P., Nay D. T. and Lawrence B. M. 2000, Continuous assessment of back stress(CABS):A new method to quantify low-back stress in jobs with variable biomechanical demands, *Human Factors*, 42(2), 209-225.
 19. Helander M. G., Little S. E. and Drury C. G. 2000, Adaptation and sensitivity to postural change in sitting, *Human Factors*, 42(4), 617-629.
 20. Fathallah F. A., Marras W. S. and Parnianpour M. 1999, Regression models for predicting peak

- and continuous three-dimensional spinal load during symmetric and asymmetric lifting tasks, *Human Factors*, 41(3), 373-388.
21. Das, B. , Sengupta, A. K. , 2000, Evaluation of Low Back Pain Risks in a Beef Skinning Operation, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 6(3), 347-361.
 22. Yamamoto, S. , 1997, A New Trend in the Study of Low Back Pain in Workplaces, *Industrial Health*, 35, 173-185
 23. Feuerstein M, Berkowitz SM, Haufler AJ, Lopez MS, Huang GD., 2001, Working with low back pain: workplace and individual psychosocial determinants of limited duty and lost time. *Am J Ind Med.*, 40(6):627-38.
 24. Jansen JP, Burdorf A, Steyerberg E., 2001, A novel approach for evaluating level, frequency and duration of lumbar posture simultaneously during work, *Scand J Work Environ Health*, 27(6):373-80.
 25. Keyserling WM., 2000, Workplace risk factors and occupational musculoskeletal disorders, Part 1: A review of biomechanical and psychophysical research on risk factors associated with low-back pain. *AIHAJ*. 61(1):39-50.
 26. Taoda K, 2002, [Evaluation of a swiveling seat to reduce the physical load on forklift drivers], *Sangyo Eiseigaku Zasshi*, 44, 5, 180-187.
 27. Habes, D, 2001, Ergonomics evaluation of zinc pot skimming, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16, 4, 419-425.
 28. Punnett L, Fine L, Keyserling W, Herrin G, Chaffin D, 1991, Back disorders and nonneutral trunk postures of automobile assembly workers, *Scand J Work Environ Health*, 17, 337-346.
 29. Punnett L, Fine L, Keyserling W, Herrin G, Chaffin D, 2000, Shoulder disorders and postural stress in automobile work, *Scand J Work Environ Health*, 26, 4, 283-291.
 30. Bernard B, Sauter S, Fine L, Peterson M, Hales T, 1994, Job task and psychosocial risk factors for work-related musculoskeletal disorders among newspaper employees, *Scand J Work Environ Health*, 20, 417-426.
 31. McGill S, 2000, Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions, *Ergonomics*, 43, 4, 486-493.
 32. Feyen R, Liu Y, Chaffin D, Jimmerson G, Joseph B, 2000, Computer-aided ergonomics: a case study of incorporating ergonomics analyses into workplace design, *Applied Ergonomics*, 31, 291-300.
 33. Sung, P.S., Zurcher, U., Kaufman, M., 2005, Nonlinear analysis of electromyography time series as a diagnostic tool for low back pain, *Med Sci Monit*, 11(1), CS1-CS5.
 34. Cheng, D.H.K., Cheng, I.Y.W., Holmes, A.D., Evans, J.H., 2005, Muscular and center of pressure response to sudden release of load in symmetric and asymmetric stoop lifting tasks, *Applied Ergonomics*, 36, 13-24.
 35. Village, J., Frazer, M., Cohen, M., Leyland, A., Park, I., Yassi, A., 2005, Electromyography as a measure of peak and cumulative workload in intermediate care and its relationship to musculoskeletal injury: An exploratory ergonomics study, *Applied Ergonomics*, 36, 609-618.

36. Descarreaux, M., Blouin, J.S., Teasdale, N., 2005, Isometric force production parameters during normal and experimental low back pain conditions, *BMC Musculoskeletal disorders*, 6:6
- c. 質問紙法による作業姿勢負担評価手法 (9 文献)
1. DUQUETTE, J., LORTIE, M. and ROSSIGNOL, M., 1997, Perception of Difficulties for the Back Related to Assembly Work: General Findings and Impact of Back Health, *Applied Ergonomics*, 28, 389-396.
 2. LI, G. and BUCKLE, P. 1999, Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods, *Ergonomics*, 42, 674-695.
 3. Alcouffe Jacques, Manillier Patrice, 1999, Analysis by sex of low back pain among workers from small companies in the Paris area : severity and occupational consequences, *Occupational and Environmental Medicine*, Vol.56, No.10, 696-701
 4. Hoogendoorn W E, Bongers PM , 2002, Comparison of two different approaches for the analysis of data from a prospective cohort study : an application to work related risk factors for low back pain , *Occupational and Environmental Medicine*, Vol.59, No.7, 459-465
 5. Torgen, M., Winkel, J., Alfredsson, L., Kilbom, A., 1999, Evaluation of questionnaire-based information on previous physical work loads, *Scand J Work Environ Health*, 25, 3, 246-254.
 6. Halpern, M., Hiebert, R., Nordin, M., Goldsheyder, D., Crane, M., 2001, The test-retest reliability of a new occupational risk factor questionnaire for outcome studies of low back pain, 32, 39-46.
 7. Azar, N.R., Andrews, D.M., Callaghan, J.P., 2005, Accuracy of spine cumulative loading using self-reported duration and frequency information during non-occupational tasks, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 687-696.
 8. Balogh, I., Orbek, P., Ohlsson, K., Nordander, C., Unge, J., Winkel, J., Hansson, G.A., 2004, Self-assessed and directly measured occupational physical activities – influence of musculoskeletal complaints, age and gender, 35, 49-56.
 9. Halpern, M., Hiebert, R., Nordin, M., Goldsheyder, D., Crane, M., 2001, The test-retest reliability of a new occupational risk factor questionnaire, *Applied Ergonomics*, 32, 39-46.
- d. 背腰部痛の有無およびその重篤度評価手法 (14 文献)
1. VEIERSTED, K. B., 1994, Sustained muscle tension as a risk factor for trapezius myalgia, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1994, 14, 333-339.
 2. Hoogendoorn, W.E., Bongers, P.M., CW de Vet, H., Houtman, I.L.D., Ariens, G.A.M., Mechelen, W. and Bouter, L.M. 2001, Psychosocial work characteristics and psychological strain in relation to low-back pain, *Scand J Work Environ Health*, 27, 258-267
 3. Huang, G.D., Feuerstein, M., Kop, W.J., Schor, K. and Arroyo, F. 2003, Individual and Combined Impacts of Biomechanical and Work Organization Factors in Work-Related Musculoskeletal Symptoms, *American Journal of Industrial Medicine*, 43, 495-506.
 4. Lotters, F., Burdorf, A., Kuiper, J. and Miedema, H. 2003, Model for the work-relatedness of low-back pain, *Scand J Work Environ Health*, 29, 431-440.

5. Jansen J. P., Burdorf A., 2003, Effects of measurement strategy and statistical analysis on dose-response relations between physical workload and low backpain., *Occup Environ Med* vol.60, 942-947
6. Agius RM, Lloyd MH, 1994, Questionnaire for the identification of back pain for epidemiological purposes, *Occupational and Environmental Medicine*, Vol.51, No.11, 756-760
7. Smedley J, Trevelyan F, 2003, Impact of ergonomic intervention on back pain among nurses, *Scandinavian Journal of Work, Environmental and Health*, Vol.29, No.2, 117-23
8. 萱岡道泰, 栗原章, 2000, 某企業関連施設における腰痛アンケートの結果報告, *日本職業・災害医学会会誌*, Vol.48, NO.3, 248-254
9. Hartvigsen, J., Bakketeig, L. S., Leboeuf-Yde, C., Engberg, M., Lauritzen, T., 2001, The association between physical workload and low back pain clouded by the "healthy worker" effect: population-based cross-sectional and 5-year prospective questionnaire study, *Spine*, 26(16), 1788-1793
10. Jansen, J. P., Burdorf A., 2003, Effects of measurement strategy and statistical analysis on dose-response relations between physical workload and low back pain, *Occup Environ Med*, 60(12), 942-947
11. Violante FS, Fiori M, Fiorentini C, Risi A, Garagnani G, Bonfiglioli R, Mattioli S., 2004, Associations of psychosocial and individual factors with three different categories of back disorder among nursing staff. *J Occup Health*, 46(2):100-8.
12. Kuorinka, I. Jonsson, B. Kilbom, A. Vinterberg, H. Biering-Sorensen, F. Andersson, G. and Jorgensen, K. 1987, Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms, *Applied Ergonomics*, 18, 3, 233-237.
13. Roland, M., Fairbank, J. 2000, The Roland-Morris disability questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire, *Spine*, 25, 4, 3115-3124.
14. Descarreaux, M., Blouin, J., Teasdale, N., 2005, Isometric force production parameters during normal and experimental low back pain, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6,6.
- e. 背腰部痛発症に影響を及ぼす職場環境要因 (14文献)
1. Palmer, K.T., Griffin, M.J., Syddall, H.E., Pannet, B., Cooper, C. and Coggon D. 2003, The relative importance of whole body vibration and occupational lifting as risk factors for low-back pain, *Occup Environ Med*, 60, 715-721.
2. 栗原章, 2002, 職業性腰痛の現状と展望, *日本腰痛会誌*, Vol.8, NO.1, 10-15
3. Cham R. and Redfern M. S. 2001, Effects of flooring on standing comfort and fatigue, *Human Factors*, 43(3), 381-391.
4. Reed M. P., Manary M. A., Flannagon C. A. C. and Schneider L. W. 2000, Effects of vehicle interior geometry and anthropometric variables on automobile driving posture, *Human Factors*, 42(4), 541-552.
5. Bovenzi, M. and Zadini, A. 1992, Self-Reported Low Back Symptoms in Urban Bus Drivers Exposed to Whole-Body Vibration, *Spine*, 17 ,9, 1048-1059.