

## Обзор литературы

УДК 616.718.5-001.514-089.84

DOI 10.52246/1606-8157\_2024\_29\_4\_41

### РОЛЬ КЛАССИФИКАЦИИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ СТРАТЕГИИ ЛЕЧЕНИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО СПОНДИЛОЛИСТЕЗА

**В. Ю. Чернецкий**<sup>1\*</sup>, доктор наук по государственному управлению, кандидат медицинских наук, chernetskiy@yandex.ru,

**А. Н. Лихолетов**<sup>2</sup>, кандидат медицинских наук, likholetov-an@rambler.ru

<sup>1</sup>ГБУ ДНР «Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии», 283048, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, 106

<sup>2</sup>ГБУЗ «ГКБ №15 ДЗМ», 111539, Россия, г. Москва, ул. Вешняковская, 23

**РЕЗЮМЕ** В рамках изучения вопросов диагностики, лечения, прогноза пациентов с дегенеративным спондилолистезом специалисты руководствуются различными классификационными системами. Приведен обзор классификаций дегенеративного спондилолистеза, среди которых наиболее значимыми являются те, которые отражают нарушение сагиттального баланса. Проведена оценка результатов исследований, опубликованных в 37 научных источниках. Данные о преимуществах различных классификаций противоречивы, поиск универсального инструмента в диагностике, выборе тактики лечения и последующем прогнозе заболевания продолжается.

**Ключевые слова:** классификация, позвоночник, дегенеративный спондилолистез.

### THE ROLE OF CLASSIFICATION IN DETERMINING THE TREATMENT STRATEGY FOR DEGENERATIVE SPONDYLOLYSTHESIS

V. Yu. Chernetskii, A. N. Likholetov

**ABSTRACT** In the context of studying issues of diagnosis, treatment, and prognosis of patients with degenerative spondylolisthesis, specialists are guided by various classification systems. An overview of the classifications of degenerative spondylolisthesis is given, among which the most significant are those that reflect a violation of the sagittal balance. The evaluation of the research results published in 37 scientific sources was carried out. Data on the benefits of various classifications are contradictory, the search for a universal tool in diagnosis, choice of treatment tactics and subsequent prognosis of the disease continues.

**Keywords:** classification, spine, degenerative spondylolisthesis.

На современном этапе исследователи вертебральной патологии определяют дегенеративный спондилолистез (ДС) как приобретенное патологическое состояние, при котором происходит дислокация вышележащего позвонка по отношению к нижележащему [4, 28]. Данное состояние развивается как следствие перегрузки дугоотростчатых суставов и патологической перестройки в межсуставном участке. При формировании дислокации

позвонка верхние суставные отростки нижележащего позвонка располагаются в горизонтальном положении, что обусловлено нестабильностью, дегенеративно-дистрофическими изменениями в межпозвоночном диске и позвоночно-двигательном сегменте в целом. При прогрессировании дислокации позвонка в зоне патологической перестройки межсуставного участка может формироваться спондилолиз.

Проведена оценка результатов исследований на основании сведений из баз данных PubMed, Cyberleninka, eLibrary. Отмечено, что во многих случаях ДС в поясничном отделе позвоночника сопровождается спинальным стенозом, при этом частота встречаемости данного состояния среди всех дегенеративно-дистрофических заболеваний на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника у мужчин и женщин составляет 2,7 и 8,4 % соответственно [11, 21, 35].

Среди основных локальных причин развития дегенеративного спондилолистеза, которые приводят к смещению позвонков, выделяют следующие: артрит фасеточных суставов с потерей их нормальной структурной поддержки; нарушение функции связочного стабилизирующего компонента из-за гипермобильности; неэффективная мышечная стабилизация. Однако единое мнение относительно этиологии и факторов риска развития ДС в настоящее время не сформировано [15, 17, 31].

Беременность, занятия спортом, развитие дегенеративных изменений диска, способствующие формированию сегментарной нестабильности в сагиттальной плоскости, также могут повлечь формирование ДС [33, 34].

Прогрессирование дегенеративных процессов при спондилолистезе пояснично-крестцовой локализации приводит к перестройке и возникновению адаптационных изменений всего позвоночного столба, что подтверждает значимость данной анатомо-функциональной области.

По данным А. В. Булатова и др. (2016), в результате дегенеративного генеза спондилолистеза дислокация тела позвонка составляет не более 50 %, при этом диагностирование данного состояния в 20 % случаев отмечается на уровнях L3-L4 и L5-S1, а в 80 % – на уровне L4-L5. При этом в большинстве случаев ДС отмечается в возрастной группе от 40 лет и характеризуется признаками остеопороза различной степени выраженности [3].

А. И. Продан (2010), Т. Е. Whitesides et al. (2005) акцентируют внимание на вопросах влияния параметров позвоночно-тазового баланса как факторов, способствующих формированию дегенеративно-дистрофических процессов на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника [9, 36].

На развитие вариантов дегенеративного листеза и стеноза позвоночного канала оказывает влияние увеличение степени риска формирования дегенеративно-дистрофических изменений различных элементов комплекса ПДС, что обусловлено состоянием позвоночно-тазового баланса в целом [25].

Локализующиеся в пояснично-крестцовом отделе позвоночника нервные структуры определяют развитие клинической картины патологического состояния, что обуславливает применение особого подхода в диагностике и лечении пациентов данного профиля на всех этапах. Согласно данным отечественных авторов, у лиц с осложненным течением спондилолистеза отмечаются нарушения болевой и температурной чувствительности, что клинически проявляется в виде гипестезии, термоанестезии и в редких случаях – аналгезии [12].

К наиболее часто встречающимся типам спондилолистеза относится дегенеративный спондилолистез I–II степени по классификации Н. W. Meyerding, а также истмический вследствие дефекта межсуставного участка дуги позвонка. Единые принципы и подходы к лечению ДС до настоящего времени не сформированы, что подтверждает актуальность и необходимость дальнейшего изучения данной патологии [2, 6, 30].

Применение консервативных методов лечения позволяет достичь положительных, однако нестойких результатов, в особенности у пациентов с наличием длительного болевого вертеброгенного синдрома и неврологическими нарушениями. На современном этапе в лечении пациентов с ДС достаточно широко применяются хирургические методы, показаниями к использованию которых являются наличие неврологических нарушений и болевого синдрома [1].

Оперативные методы устранения деформаций позвоночника и восстановления физиологической установки применяются с учетом индивидуального подхода к каждому больному с минимальным риском развития возможных осложнений [2]. Эффективность оперативного вмешательства при ДС зависит от устранения фактора компрессии нервных структур и выполнения необходимой коррекции для улучшения позвоночно-тазовых взаимоотношений [7].

## Классификации

В рамках изучения вопросов диагностики и лечения пациентов со спондилолистезами исследователи разработали и предложили различные виды классификаций данного патологического состояния, при этом многие дифференцируются в соответствии со степенью смещения тела позвонка на уровне ПДС.

В 1932 году Н. W. Meyerding проанализировал демографические и клинические особенности пациентов со спондилолистезом. На основе полученных данных автор предложил систему классификации, которая основана на определении степени смещения тела позвонка в процентном соотношении: I степень – смещения позвонка 0–25 %, II степень – на 25–50 %, III степень – на 50–75 %, IV степень – на 75–100 %, а позже классификация была дополнена: выделена V степень – смещение более 100 %, что приводит к спондилоптозу. Травмы, механические перегрузки, ожирение, беременность и профессиональные требования были основными этиологическими факторами [10, 22, 29].

В зависимости от угла смещения позвонка И. М. Митбрейт (1978) установил пять классификационных степеней смещения спондилолистеза, при этом учитываются угол между вертикальной (осевой) линией и линией, которая соединяет центры тел L5 и S1 позвонков, и наличие стабильности. При стабильном спондилолистезе у пациента при изменении положения тела взаимоотношения между позвонками на уровне патологического состояния не меняются, а при нестабильном варианте ситуация обратная [8]. Несмотря на подробную характеристику смещения, данная классификация не включает данные о причинах возникновения патологического состояния на определенном уровне ПДС.

Классификация спондилолизом и спондилолистезов, которую предложил L. L. Wiltse et al. (1976), охватывает основные признаки заболевания, при этом основана как на этиологических, так и на анатомических факторах возникновения патологического состояния. Данная классификация описывает шесть типов, среди которых выделяется ДС [37].

В 1997 году P. G. Marchetti и P. Bartholozzi предложили новую классификацию, в которой определены отличия врожденного и приобретенного

спондилолистеза. В зависимости от степени выраженности диспластических изменений были выделены низкая и высокая степени спондилолистеза, связанного с развитием организма. Авторы планировали использовать данную классификацию в качестве руководства для ведения пациентов со спондилолистезом с учетом риска прогрессирования диспластических изменений [27].

Новые классификации, интегрирующие патологическую взаимосвязь между L5 и крестцом в общий контекст баланса позвоночника, разработаны в начале XXI века, чтобы отличать сбалансированные ситуации от несбалансированных. При дестабилизации баланса позвоночника вследствие спондилолистеза хирургическое лечение требует как стратегии репозиции, так и стабилизации.

J. During et al. (1985) были первыми, кто связал параметры пояснично-крестцовой осанки, описав тазово-крестцовый угол, который является дополнительным углом к наклону таза (PI – pelvic incidence). Также они сообщили о существенной разнице позвоночно-тазовых углов у пациентов со спондилолистезом и контрольной группой [16].

В 2004 году H. Labelle и группа исследователей совместно с P. Roussouly обнаружили, что специфические формы таза способствуют развитию спондилолистеза и что PI коррелирует со степенью сдвига или соскальзывания. Предполагается, что высокий показатель PI является фактором риска развития спондилолистеза [24].

Некоторые авторы, такие как R. P. Huang и T. E. Whitesides et al., раскритиковали прогностическую ценность показателя PI. A. P. Roussouly et al. выделили два типа ориентации таза, которые могут вызывать спондилолистез по разному механизму: тип сдвига и тип щелкунчика [19, 32, 36].

При сбалансированном тазе спондилолистез формируется в результате сдвига или соскальзывания тела вышестоящего позвонка («shear type»), а при отклоненном кзади – в результате давления сверху («щелкунчик» – «nutcracker»). В первом случае тип сдвига характеризуется высоким PI, что увеличивает касательное напряжение на уровне L5-S1 из-за высокого крестцового наклона.

Поясничный лордоз более чем на 70 % выражен в нижней дуге лордоза L4-S1, которая в целом равна крестцовому наклону, что дополнительно подтвердили H. Inoue et al. (2002) в качестве прогностической ценности морфологии и ориентации крестца, при этом подчеркнув важность формы крестцового плато [20].

При отклоненном кзади тазе тип «щелкунчика» ассоциируется с низким числом PI, при этом спондилолиз вызывается прямыми компрессионными усилиями, оказываемыми нижними фасетками L4 на межсуставную часть L5.

В 2007 году M. T. Hresko et al. (2007) предложили новую систему классификации, которая сочетает степень смещения и сагиттальный позвоночно-тазовый баланс, при этом данная система классификации оценивает прогрессирование спондилолистеза и направлена на выбор его лечения [18]. Основная цель новой классификации состояла в том, чтобы интегрировать вклад предыдущих систем классификации, особенно P. G. Marchetti и P. Bartholozzi, а также концепцию позвоночно-тазового баланса, которая важна для понимания патологии позвоночника человека. За счет анализа позвоночно-тазовых параметров и лучшего понимания сагиттального выравнивания в настоящее время в достаточной степени охарактеризованы факторы баланса и дисбаланса позвоночника.

H. Labelle et al. (2011) и группа по изучению деформации позвоночника (SDSG), а также международная группа спинальных хирургов внедрили клиническую и рентгенологическую проспективную базы данных пациентов с низкой и высокой степенью спондилолистеза [23].

Система классификации SDSG изначально предназначалась для оценки крестцово-тазового сагиттального баланса, степени дисплазии и сдвига или соскальзывания, но для упрощения тестирования надежности оценка выраженности дисплазии была исключена [26].

Согласно классификации SDSG, шесть типов спондилолистеза выделены в две подгруппы в зависимости от выраженности сдвига или соскальзывания: первая подгруппа – низкая степень сдвига (менее 50 %), вторая – высокая степень (сдвиг более 50 %). Основываясь на морфологии таза, выделены три типа спондилолистеза с низкой степенью сдвига в зависимости от угла наклона таза. Тип 1 характеризуется

механизмом давления сверху – «щелкунчик» («nutcracker»), тип 3 – механизмом сдвига или соскальзывания тела вышестоящего позвонка («shear type»), а промежуточный тип 2 – в основном ДС. При высокой степени выраженности сдвига выделены три типа спондилолистеза с учетом состояния сагиттального позвоночно-тазового баланса.

Несмотря на то что классификация SDSG описывает все стадии прогрессирования спондилолистеза и учитывает морфологию таза и сагиттальный крестцово-тазовый баланс, она дает лишь общее представление о выявленной патологии и не прогнозирует дальнейшее течение и риск усугубления спондилолистеза. Основными целями классификации спондилолистеза L5-S1 являются оценка риска прогрессирования и помощь в определении оптимальной стратегии лечения. Одним из основных недостатков классификации SDSG является то, что она не учитывает возраст пациента и, следовательно, не позволяет оценить оставшийся потенциал роста позвоночника, а также прогнозировать развитие и степень выраженности дегенеративных изменений во взрослом возрасте.

Ни одна из классификаций, упомянутых выше, не имеет отношения к описательному анализу ДС как наиболее распространенному типу, который чаще всего наблюдается у пациентов пожилого возраста из-за стрессовой нагрузки, что в последующем приводит к сегментарной нестабильности. Начиная с 2014 года были предложены две различные системы классификации ДС: French и CARDS [14].

В 2014 году O. Gille et al. (2014) представили новую классификацию ДС со стенозом поясничного канала, которую усовершенствовали в 2017 году, учитывая возраст и качество жизни пациентов. Данная классификация описывает три типа, при этом учитываются отклонение сагиттального баланса, наличие сегментарного и поясничного лордоза, наклон таза и угол наклона таза. Все показатели оцениваются по рентгенограмме всего позвоночника, выполненной в боковой проекции в положении пациента стоя, что является стандартной методикой рентгенологического исследования в практическом здравоохранении в европейских странах.

В 2015 году C. K. Kepler et al. (2015) предложили классификацию ДС на основе одного клини-

ческого показателя в виде боли в ногах и трех рентгенологических показателей – наличие коллапса диска, сегментарного кифоза и смещения. Одним из основных преимуществ данной классификации является ее простота и надежность в практическом применении, однако она не учитывает возможность определения глобального сагиттального баланса позвоночника.

В постановке диагноза ДС обязательным условием является выполнение рентгенограмм в стандартных проекциях и обязательно с функциональными нагрузками, что позволяет определить наличие нестабильности на уровне позвоночно-двигательного сегмента (ПДС). С целью исключения биомеханических нарушений, сопровождающихся болевым и вертеброгенным синдромами, предложены специальные диагностические тесты, которые в практическом здравоохранении применяются редко [13].

По данным А. М. Киселева, А. А. Киселева (2015), помимо стандартной рентгенографии на современном этапе в диагностике ДС также применяются магнитно-резонансная томография (МРТ) и спиральная компьютерная томография (СКТ). С помощью МРТ специалист способен оценить состояние нервных структур, связочного аппарата, межпозвоночного диска, степень сужения позвоночного канала. СКТ позвоночника позволяет получить более точную информацию о состоянии костных структур, что способствует созданию 3D-модели измененного ПДС [5]. Таким образом, использование современных диагностических методов на догоспитальном этапе помогает специалисту принять правильное решение в выборе тактики дальнейшего лечения пациента.

Лечение с точки зрения комплексного подхода должно обеспечивать стабильность ПДС, что достигается посредством выполнения следующих мероприятий: лечебная физкультура и массаж с целью укрепления мышечного корсета; купирование боли и корешкового синдрома (анальгетики и нестероидные противовоспалительные препараты, сосудистая и противоотечная терапия, физиотерапевтическое лечение и ношение корсета) [5]. Однако консервативное лечение спондилолистеза I и II степени, по данным разных авторов, приносит положительный эффект лишь в 40–60 % случаев.

В оперативном лечении ДС применяются декомпрессивные и декомпрессивно-стабилизирующие методики, при этом все хирургические способы стабилизации делятся на передние, задние и комбинированные. Для снижения риска формирования нестабильности после оперативного вмешательства некоторые специалисты считают целесообразным выполнение спондилодеза даже в случае отсутствия рентгенологических признаков, что не является общепринятым среди нейровертебологов [4].

Для снижения рисков хирургических осложнений, в том числе у пациентов пожилого и старческого возраста, активно применяются минимально инвазивные корригирующие вмешательства.

Разработка и внедрение новых принципов и подходов к оперативному лечению пациентов с ДС не исключает риска развития осложнений в послеоперационном периоде, что впоследствии может привести к неблагоприятному эффекту хирургического вмешательства. Функциональный результат операции на позвоночнике является ключевым элементом в определении качества жизни пациента с ДС.

Для достижения хороших функциональных результатов также требуется устранить у пациента дисбаланс туловища, а для этого необходимо провести его оценку с помощью таких рентгенологических методов исследования, как СКТ и телерентгенограмма всего тела [10]. Следует иметь в виду, что выполнение таких исследований возможно не во всех медицинских организациях, в особенности в лечебных учреждениях на территориях новых регионов Российской Федерации.

Таким образом, ни одна из существующих классификаций ДС не лишена недостатков, но общим является то, что невозможно прогнозировать развитие и степень выраженности дегенеративных изменений во взрослом возрасте. Наличие множества различных классификаций затрудняет выбор специалиста в практическом применении той или иной системы, что требует создания вспомогательного универсального инструмента, который будет использоваться как в диагностике стадии развития процесса, так и способствовать правильному выбору стратегии лечения с последующим прогнозом заболевания.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Аганесов А.Г., Месхи К.Т. Реконструкция позвоночного сегмента при спондилолистезе поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2004;4:18-22.
2. Алиев М.А., Дюсембеков Е.К., Мирзабаев М.Ж., Камирдинов С.С., Мустафинов Б.М. Транспедикулярный остеосинтез и межтеловой спондилодез кейджами при лечении спондилолистезов поясничного отдела позвоночника. *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2016;3:52-56.
3. Булатов А.В., Климов В.С., Евсюков А.В. Хирургическое лечение спондилолистезов низкой степени градации: современное состояние проблемы. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(3):68-77. <https://doi.org/10.14531/ss2016.3.68-77>.
4. Картавых Р.А., Борщенко И.А., Чмутин Г.Е., Басков А.В. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным спондилолистезом I степени и спинальным стенозом методом мини-инвазивной двусторонней декомпрессии. *Хирургия позвоночника*. 2020;17(4):33-42. <https://doi.org/10.14531/ss2020.4.33-42>.
5. Киселев А.М., Киселев А.А. Современные технологии хирургического лечения спондилолистеза пояснично-крестцового отдела позвоночника: пособие для врачей. Москва; 2015:36.
6. Крючков В.В., Рахадилев Е.М., Караваев В.С., Медетбеков К.Ш. Варианты оперативного лечения спондилолистеза поясничных позвонков. *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2015;1:278-281.
7. Кудяшев А.Л., Хоминец В.В., Теремшонок А.В., Нагорный Е.Б., Стадниченко С.Ю., Доль А.В., Иванов Д.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Ковтун А.Л. Биомеханическое моделирование при хирургическом лечении пациента с истинным спондилолистезом поясничного позвонка. *Хирургия позвоночника*. 2018;15(4):87-94. <https://doi.org/10.14531/2018.4.87-94>.
8. Митбрейт И.М. Спондилолистез. Москва; Медицина; 1978:272.
9. Продан А.И., Хвисьук А.Н., Перепечай О.А., Чернышев А.Г., Балан С.И. Влияние позвоночно-тазового баланса и дегенерации позвоночных сегментов на формирование дегенеративного поясничного спинального стеноза. *Хирургия позвоночника*. 2010;1:49-56. <https://doi.org/10.14531/ss2010.1.49-56>.
10. Стадниченко С.Ю., Теремшонок А.В., Кудяшев А.Л. Динамика позвоночно-тазовых взаимоотношений, характеризующих баланс туловища у пациентов с истинным спондилолистезом после операций на позвоночнике. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019;38(51-2): 177-183.
11. Сычеников Б.А., Лихолетов А.Н., Боряк А.Л., Гохфельд И.Г. Малоинвазивное хирургическое лечение стеноза позвоночного канала у пациентки с коксовертебральным синдромом (клиническое наблюдение). *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2022;27(3):55-61. [https://doi.org/10.52246/1606-8157\\_2022\\_27\\_3\\_55](https://doi.org/10.52246/1606-8157_2022_27_3_55).
12. Щурова Е.Н., Прудникова О.Г. Влияние уровня, степени смещения и функциональной подвижности позвонков на состояние температурно-болевой чувствительности у больных с осложненным спондилолистезом. *Успехи современного естествознания*. 2015;3:118-126.
13. Ястребцева И.П., Шмонин А.А., Алексинский Д.С., Сараева В.С. Возможности клинической диагностики при боли в спине. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2024;29(2):45-51. [https://doi.org/10.52246/1606-8157\\_2024\\_29\\_2\\_45](https://doi.org/10.52246/1606-8157_2024_29_2_45).
14. Batra S, Garg B. Classification of Spondylolisthesis: Current Concepts. *Indian Spine Journal*. 2021;4(1):10-17. [https://doi.org/10.4103/ISJ.ISJ\\_61\\_20](https://doi.org/10.4103/ISJ.ISJ_61_20).
15. Devine JG, Schenk-Kisser JM, Skelly AC. Risk factors for degenerative spondylolisthesis: a systematic review. *Evid Based Spine Care J*. 2012;3(2):25-34. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298615>.
16. During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine*. 1985;10(1):83-87.
17. Hosoe H, Ohmori K. Degenerative lumbosacral spondylolisthesis: possible factors which predispose the fifth lumbar vertebra to slip. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(3):356-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B3.19606>
18. Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction. *Spine*. 2007;32(20):2208-2213. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31814b2cee>
19. Huang RP, Bohlman HH, Thompson GH, Poeschl C. Predictive value of pelvic incidence in progression of spondylolisthesis. *Spine*. 2003;28(20):2381-2385. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000085325.42542.38>
20. Inoue H, Ohmori K, Miyasaka K. Radiographic classification of L5 isthmic spondylolisthesis as adolescent or adult vertebral slip. *Spine*. 2002;27(8):831-838. <https://doi.org/10.1097/00007632-200204150-00010>
21. Jacobsen S, Sonne-Holm S, Røvsing H, Monrad H, Gebuhr P. Degenerative lumbar spondylolisthesis: an epidemiological perspective: the Copenhagen Osteoarthritis Study. *Spine*. 2007;32:120-125. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000250979.12398.96>
22. Koslosky E, Gendelberg D. Classification in Brief: The Meyerding Classification System of Spondylolisthe-

- sis. *Clin Orthop Relat Res.* 2020;478(5):1125-1130. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001153>
23. Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification. *Eur Spine J.* 2011;20(5):641-646. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1932-1>
24. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet J. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *Spine.* 2004;29(18):2049-2054. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000138279.53439>
25. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine.* 2009;34(17):E599-E606. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181aad219>
26. Mac-Thiong JM, Labelle H, Parent S, Hresko MT, Deviren V, Weidenbaum M., members of the Spinal Deformity Study Group. Reliability and development of a new classification of lumbosacral spondylolisthesis. *Scoliosis.* 2008;10:3-19. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-3-19>
27. Marchetti PG, Bartholozzi P. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. *Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. Philadelphia; Lippincott-Raven; 1997:1211-1254.
28. Matz PG, Meagher RJ, Lamer T, Tontz WL, Annaswamy TM, Cassidy RC, Cho CH, Dougherty P, Easa JE, Enix DE, Gunnoe BA, Jallo J, Julien TD, Maserati MB, Nucci RC, O'Toole JE, Rosolowski K, Sembrano JN, Villavicencio AT, Witt JP. Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine J.* 2016;16:439-448. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.11.055>
29. Meyerding HW. Spondylolisthesis. *Surgery, Gynecology and Obstetrics.* 1932;54:371-377.
30. Meyerding HW. Spondylolisthesis; surgical fusion of lumbosacral portion of spinal column and interarticular facets; use of autogenous bone grafts for relief of disabling backache. *J Int Coll Surg.* 1956;26(5):566-591.
31. Newman PH, Stone KH. The etiology of spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45-B(1):39-59. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.45B1.39>
32. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Labelle H, Weidenbaum M. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine.* 2006;31(21):2484-2490. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000239155.37261.69>
33. Sanderson PL, Fraser RD. The influence of pregnancy on the development of degenerative spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(6):951-954. <https://doi.org/10.1302/0301-620x78b6.1291>
34. Tallarico RA, Madom IA, Palumbo MA. Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2008;16(1):32-8. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e318163be50>
35. Wang YXJ, Kaplar Z, Deng M, Leung JCS. Lumbar degenerative spondylolisthesis epidemiology: a systematic review with a focus on gender-specific and age-specific prevalence. *J Orthop Translat.* 2016;11:39-52. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2016.11.001>
36. Whitesides TE, Horton WC, Hutton WC, Hodges L. Spondylolytic spondylolisthesis: a study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence. *Spine.* 2005;30(6S):S12-S21. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000155574.33693.60>
37. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1976;117:23-9.