

Возможности метода лазерной корреляционной спектроскопии при оценке адаптационных реакций организма человека

Ольга Юшковская

Одесский государственный медицинский университет, Одесса

Резюме. Розглянуто можливості лазерної кореляційної спектроскопії в оцінці адаптаційних реакцій організму спортсмена. Встановлено переважання катаболічних, аутоімунних й інтоксикаційних процесів у групі спортсменів високої кваліфікації на етапі від перехідного до змагального періоду.

Метод дозволяє стежити за процесами адаптації до змінюваних фізичних навантажень.

Ключові слова: лазерна кореляційна спектроскопія, адаптація.

Summary. Abilities of the method of laser correlational spectroscopy for evaluation of athlete's body adaptations have been considered. The dominance of catabolic, autoimmune and intoxicational processes in the group of highly skilled athletes at the stage from transitional to competitive period has been revealed. The above method allows to trace adaptation processes depending on physical load changes.

Key words: laser correlational spectroscopy, adaptation.

Постановка проблемы. Достижение высоких результатов в современном спорте сопровождается экстремальными физическими нагрузками, значительным психозмоциональным напряжением и другими, нередко стрессовыми, воздействиями. В связи с этим большое внимание в последнее время уделяется не только поиску методов, отражающих состояние отдельных органов и систем, но и определению уровней регуляции различных физиологических функций организма в процессе адаптации к спортивной деятельности. Количественные и качественные изменения различных функциональных систем организма и даже различных параметров одной системы в процессе повышения и нарушения тренированности неоднозначны и гетерохронны, зависят от индивидуальных особенностей организма спортсмена, уровня его подготовленности, направленности мышечной деятельности, плана и режима тренировки и многих других факторов. Именно вследствие этого, даже самые точные методы исследования, отражающие адаптационные перестройки отдельных параметров или даже отдельных физиологических систем, не всегда оказываются

достаточно информативными, а оценка функционального состояния по отдельным показателям может быть не только неодинаковой, но иногда и ошибочной. При этом особое значение принадлежит отбору наиболее информативных методов и разработке путей объективного сопоставления данных различных исследований для выработки целостной интегральной программы оценки функционального состояния организма.

Методы и организация исследования. Необходимость обобщения большого количества показателей, характеризующих адаптационные реакции организма, требует привлечения аппарата многомерного пространственного анализа. Подобные возможности предоставляет метод лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС), который позволяет с высокой точностью восстанавливать функцию распределения частиц исследуемого нативного образца по коэффициентам диффузии составляющих его структур, и, следовательно, по их гидродинамическим радиусам [1—3]. В основу метода положено изучение изменений гомеостаза различных биологических жидкостей организма (плазма/сыворотка крови,

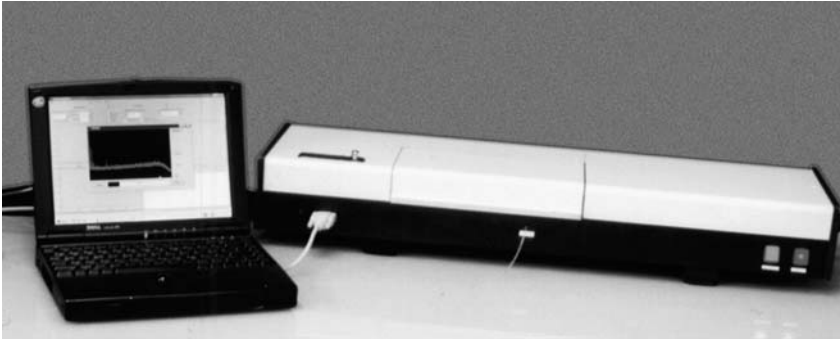


Рис. 1. Лазерный корреляционный спектрометр ЛКС-03

ротоглоточные смывы, моча), отражающих состояние обмена веществ и иммунитета. Существует довольно внушительный арсенал методов, используемых для изучения этих биосубстратов, но многие из них (аналитическая седиментация, электрофорез, хроматография) создают определенные трудности в интерпретации результатов с позиций интегральной оценки гомеостаза, поскольку не учитывают характер межмолекулярных взаимодействий отдельных ингредиентов. В то же время именно эти процессы во многом отражают адаптацию организма к различным нагрузкам. Измерения субфракционного состава биологической жидкости с помощью ЛКС лишены этих недостатков. Исследования производятся на лазерном корреляционном спектрометре ЛКС-03, конструкция которого адаптирована к задачам мониторинговых исследований (рис. 1).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ биологических образцов осуществляли путем построения гистограммы, отражающей процентный вклад в светорассеивание отдельных его ингредиентов, отличающихся по гидродинамическим размерам в диапазоне от 1 до 10 000 нм. Для объективной характеристики гомеостатических изменений использовали семиотическую классификацию ЛК-спектров, которая анализирует характер гомеостатических изменений в плазме крови по распределению субфракций в пяти выделенных дифференциально-значимых зонах: I (до 10 нм); II (11–30 нм); III (31–70 нм); IV (71–150 нм); V (свыше 150 нм).

Выбор зон осуществляли эмпирически на основе анализа большой популяции здоровых и больных людей в различных медицинских учреждениях и проверяли в эксперименте в течение многолетней апробации метода ЛКС. Был определен наиболее часто встречаемый вид гистограммы, обозначенный как нормологический, или 0-вариант. Затем устанавливали основную направленность тех или иных спектральных

сдвигов для лиц с верифицированной природой патологического процесса относительно нормологического кластера с позиций семиотики [3–5]. Анализ трансформаций в ЛК-спектре показал, что относительно нормологического спектра можно выделить два основных направления сдвигов. Трансформации в ЛК-спектре плазмы крови, связанные с увеличением вклада в светорассеяние частиц малого гидродинамического радиуса, были названы гидrolитически направленными сдвигами, среди которых идентифицировались дистрофически-, интоксикационно- и катаболическиподобные сдвиги (гидродинамический размер до 70 нм). Трансформации в ЛК-спектре плазмы крови, связанные с превалированием в гомеостазе процессов агрегации биосубстратов, были названы анаболически направленными сдвигами, среди которых идентифицировались алерго- и аутоиммуноподобные (гидродинамический размер от 70 нм и выше). Вместе с тем в ряде случаев были выявлены комбинированные изменения в спектрах, когда одновременно отмечались сдвиги в низко- и высокомолекулярные зоны. Такие сдвиги обозначались как смешанные и включали алергоинтоксикационно-, аутоиммуноинтоксикационно- и алергодистрофическиподобные (рис. 2).

Проведенные рядом авторов [5–7] исследования крови спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в циклических и ациклических видах спорта, и лиц контрольной группы, не занимающихся спортом, показали, что они значительно отличаются. Так, в системе сывороточного гомеостаза у 70 % спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в циклических видах спорта, после тест-нагрузки отмечается резкое возрастание высокомолекулярных циркулирующих иммунных комплексов на фоне выраженной дезагрегации фракции альбулярных белков. В ациклических дисциплинах образование иммунных комплексов не регистрируется, а более выражены фракции, соот-

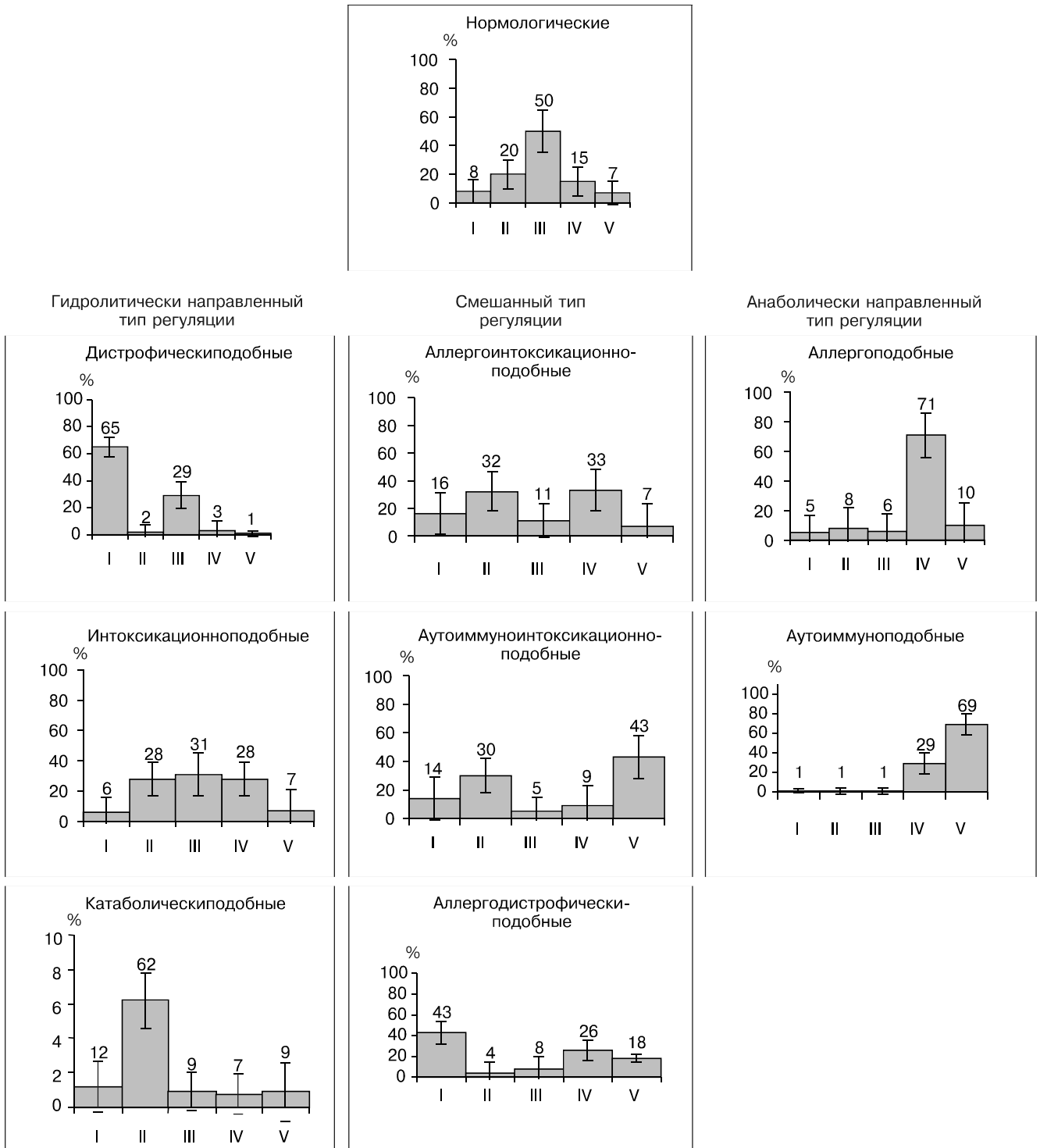


Рис. 2. Типы усредненных распределений при различных симптомокомплексах, лежащие в основе семиотического классификатора. Здесь и на рис. 3, 4 на оси ординат — вклад частиц в светорассеяние (%), на оси абсцисс — информативные зоны

ветствующие аутоиммунным компонентам [рибонуклеидопротеиновые (РНП-) и дезоксирибонуклеидопротеиновые (ДНП-частицы) частицы]. Полученная картина у спортсменов, занимающихся различными видами спорта, отлична в за-

висимости от вида спорта, а также от данных контрольной группы. Так, было установлено, что физические нагрузки умеренной мощности вызывают значительные и разнообразные изменения гомеостаза, выявляемые традиционными ме-

тодиками иммунологических и биохимических исследований, которые, в свою очередь, четко коррелируют с данными, полученными при ЛКС-метрии [7–9].

С целью изучения влияния систематической спортивной тренировки на показатели гомеостаза спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, нами были обследованы 38 спортсменов высокой квалификации (мастера спорта, кандидаты в мастера спорта, перворазрядники) различного возраста и стажа занятий бегом на средние и длинные дистанции. В качестве контрольной группы обследовано 46 человек, не занимающихся спортом. Все спортсмены и лица, не занимающиеся спортом, были признаны здоровыми на основании медицинского обследования. Показатели крови спортсменов изучали в лабораторных условиях, до тренировок, в первой половине дня, в условиях покоя. Исследования проводили трижды в течение годового тренировочного цикла в соответствии с тренировочными периодами — в переходном, подготовительном и соревновательном. Обследование лиц контрольной группы осуществляли в сроки, соответствующие периодам годового тренировочного цикла.

Обсуждая полученные результаты, прежде всего следует рассмотреть данные семиотической классификации спектров плазмы в группе лиц, не занимающихся спортом. Эти данные интересны в плане оценки влияния возмущающего эффекта, оказываемого особенностями гомеостатических сдвигов в плазме крови, связанных с сезоном, на показатели гомеостаза при занятиях спортом.

На основе анализа полученных усредненных гистограмм плазмы крови в контрольной группе с помощью программы “Семиотический классификатор” выявлены определенные сезонные сдвиги, преобладающие в гомеостазе.

Анализ ЛК-спектров плазмы контрольной группы, набранной в период, соответствующий переходному, представлен на рис. 3 и в табл. 1.

У лиц обследованной группы в 69 % случаев не отмечалось отклонения от нормы, критерии которой мы приводили при описании биологического алгоритма семиотического классификатора. При этом в 9 % случаев определялись слабовыраженные аутоиммунные сдвиги и в 10 % — явления аутоиммунизации на фоне интоксикации. По 6 % спектров приходилось на долю гомеостатических сдвигов, интерпретируемых как аллергия и интоксикация. С позиций физиологической нормы мы можем сделать зак-

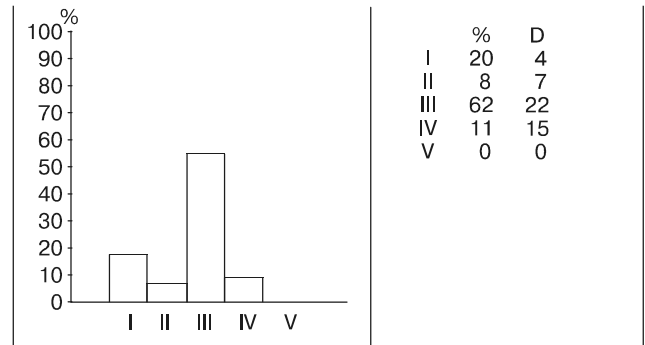


Рис. 3. Усредненный спектр разделения частиц плазмы крови лиц контрольной группы в календарный период, соответствующий переходному периоду годового тренировочного цикла

лючение об отсутствии в данной группе существенных нарушений гомеостаза.

Иным образом выглядит картина распределения семиотических сдвигов в контрольной группе в период, совпадающий по времени с подготовительным периодом годового тренировочного цикла. Здесь на первое место выступают (в начальной степени проявления) изменения в гомеостазе плазмы, трактуемые как интоксикация (12 %), нарастание катаболизма (12 %) и дистрофические явления (12 %). В 10 % случаев в данной группе определяются начальные аутоиммунные процессы. Характер гомеостатических сдвигов в зимне-весенний период можно охарактеризовать как гетерогенный и слабовыраженный.

В весенне-летний период в контрольной группе определяются изменения субфракционного состава плазмы, трактуемые как выраженная аллергия (6 %), при этом многие из тех состояний, которые в предыдущий период обследования были в начальной степени выраженности, усилили свое проявление. Процессы ал-

ТАБЛИЦА 1

Результаты семиотической классификации ЛК-спектров плазмы контрольной группы в календарном периоде, соответствующем переходному периоду годового тренировочного цикла

Направление сдвига	Степень выраженности, %			Сумма, %
	начальная	умеренная	выраженная	
0—Норма	69			69
1—Аллергизация		6		6
2—Интоксикация		6		6
3—Катаболизм				
4—Аутоиммунитет	9			9
5—Дистрофия				
1+2				
4+2	6	4		10
1+5				

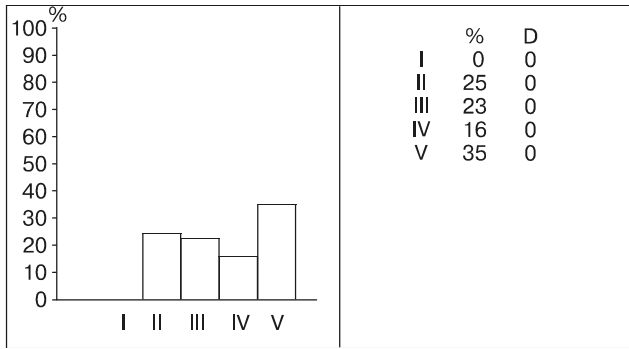


Рис. 4. Усредненный спектр разделения частиц плазмы крови спортсменов высокой квалификации в переходном периоде

лергизации выявляются у 18 % обследованных, а еще в 6 % они проявляются на фоне интоксикации. В 12 % случаев выявляются аутоиммунные сдвиги. Таким образом, по нашим данным, в этот период отклонения в гомеостазе организма связаны с повышением аллергизации и иммунокомплексобразования в организме.

Анализируя представленный материал, можно сделать вывод о наличии определенных колебаний субфракционного состава плазмы крови в контрольной группе обследованных в зависимости от времени года. По данным семиотической классификации ЛК-спектров, наиболее стабильными и приближенными к общепринятой норме являются данные контрольной группы, обследованной в осенний период, а максимальные отклонения гомеостаза плазмы приходятся на весенне-летний период. Так как практически все отклонения в гомеостазе имели невыраженную степень проявления, их можно интерпретировать как сезонные физиологические колебания гомеостаза.

Исходя из этого можно предположить, что на вид спектров и характер распределения гомеостатических сдвигов в различные тренировочные периоды будут оказывать влияние сезонные колебания субфракционного состава плазмы крови.

С помощью программы “Семиотический классификатор” нами был проведен анализ полученных ЛК-спектров плазмы спортсменов высокой квалификации в каждый из трех тренировочных периодов.

Во время первого тренировочного периода у спортсменов из данной квалификационной группы констатировали изменения гомеостаза, интерпретируемые как аутоиммунные (24 % случаев, причем в 9 % — выраженные), нарастание катаболизма (23 %), интоксикация организма

ТАБЛИЦА 2

Результаты семиотической классификации ЛК-спектров плазмы спортсменов высокой квалификации в переходном периоде

Направление сдвига	Степень выраженности, %			Сумма, %
	начальная	умеренная	выраженная	
0—Норма	17			17
1—Аллергизация		10		10
2—Интоксикация		13	6	19
3—Катаболизм	8	15		23
4—Аутоиммунитет		15	9	24
5—Дистрофия				
1+2				
4+2	7			7
1+5				

(19 %, в 6 % — выраженная) (рис. 4; табл. 2). В 9 % случаев отмечены умеренные аллергические сдвиги.

К середине подготовительного периода у спортсменов данной группы картина семиотических сдвигов крови практически не изменилась, за исключением того, что в организме незначительно возросли катаболические сдвиги (24 %) и степень их выраженности (5 %). Кроме того, появились смешанные аутоиммуноинтоксикационные сдвиги (16 %). В начале соревновательного периода катаболические сдвиги преобладали в 29 % случаев, причем основную массу составляли умеренно выраженные (24 %). Встречаемость аутоиммунных сдвигов не увеличивалась (20 %), кроме того, все они приобретали умеренную степень выраженности. Обращает на себя внимание угнетение интоксикационных сдвигов (до 15 %), однако появляются дегенеративно-дистрофические изменения в организме (9 %).

Выводы

- В группе спортсменов высокой квалификации на этапе от переходного периода до соревновательного превалируют катаболические, аутоиммунные и интоксикационные процессы. Причем катаболические сдвиги в динамике стабильны до подготовительного периода, а затем нарастают; аутоиммунные сдвиги к соревновательному периоду компенсируются, а интоксикационные — угнетаются и начинают проявляться дегенеративно-дистрофические процессы.

- Метод лазерной корреляционной спектроскопии позволяет установить существенные различия в деятельности функциональных систем, обеспечивающих поддержание гомеостаза, не только относительно характера спортивной ориентации, но и позволяет следить за процессами адаптации к изменяющимся физическим нагрузкам.

кам. Учитывая простоту методики, быстроту анализа и возможность многопараметровой обработки результатов исследования, ЛКС можно рассматривать как перспективное и информативное направление спортивной медицины.

1. *Биленко А.А.* Диагностические возможности лазерной корреляционной спектроскопии в клинической медицине // Вестн. проблем биологии и медицины. — 1997. — №30. — С. 20—32.

2. *Лазерна кореляційна спектроскопія ротоглоткових змивів: Метод. рекомендації / Ю.І. Бажора, В.Й. Кресюн, С.П. Пашолок, Л.О. Носкін, О.О. Кирилюк.* — Одеса, 2001. — 24 с.

3. *Молекулярно-генетические и биофизические методы исследования в медицине / Ю.И. Бажора, В.Н. Запорожан, В.И. Кресюн, В.С. Соколовский.* — К.: Здоров'я, 1996. — 236 с.

4. *Соколовский В.С.* Адаптация организма человека к напряженной мышечной деятельности и разработка критериев оценки: Дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.16, 14.00.17. — Одесса, 1991. — 422 с.

5. *Соколовский В.С., Носкин Л.А., Бажора Ю.И.* Экспресс-оценка системы гомеостаза в динамике физической нагрузки спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта // Теория и практика физической культуры. — 1991. — №11. — С. 2—5.

6. *Соколовский В.С.* Иммунный статус спортсмена и критерии его оценки // Там же. — 1991. — №5. — С. 8—10.

7. *Соколовский В.С.* Функциональное состояние полиморфно-ядерных лимфоцитов у спортсменов с циклическими и ациклическими видами физической нагрузки // Там же. — 1991. — № 6. — С. 28—31.

8. *Терновой К.С., Крыжановский Г.Н., Музычук Ю.И. и др.* Классификация результатов исследования плазмы крови с помощью лазерной корреляционной спектроскопии на основе семиотики предклинических и клинических состояний // Укр. биохим. журн. — 1998. — № 2. — С. 53—65.

9. *Юшковская О.Г.* Оценка адаптационных сдвигов в организме бегунов-стайеров в динамике круглогодичной спортивной тренировки: Дис. ... канд. мед. наук: 14.01.24. — Одесса, 2000. — 132 с.

Надійшла 16.01.2003